ORTAÖĞRETİM

BİYOLOJİ

12

DERS KİTABI

YAZARLAR

Fevzi KURT

Filiz ÇUKUROVA

Hacı Bayram KURT

Serkan DİKKAYA

Sevgi ALTINPINAR

DEVLET KİTAPLARI

İKİNCİ BASKI

…………………….., 2019

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ....: 6771
DERS KİTAPLARI DİZİSİ ....: 1792

HAZIRLAYANLAR

Editör
Prof. Dr. Hasan Basri İLA

Dil Uzmanı
Gül BÜYÜMEZ

Program Geliştirme Uzmanı
Hasan NASIRCI

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Hüseyin BÜYÜKBİÇER

Rehberlik ve Gelişim Uzmanı
Tuğba GÜL ŞEN

Görsel Tasarım Uzmanı
Mehtap KEÇELİ

ISBN 978-975-11-4648-9

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 28.05.2018 gün ve 78 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiş, Destek Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 28.05.2019 gün ve 10443977 sayılı yazısı ile ikinci defa 345.344 adet basılmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

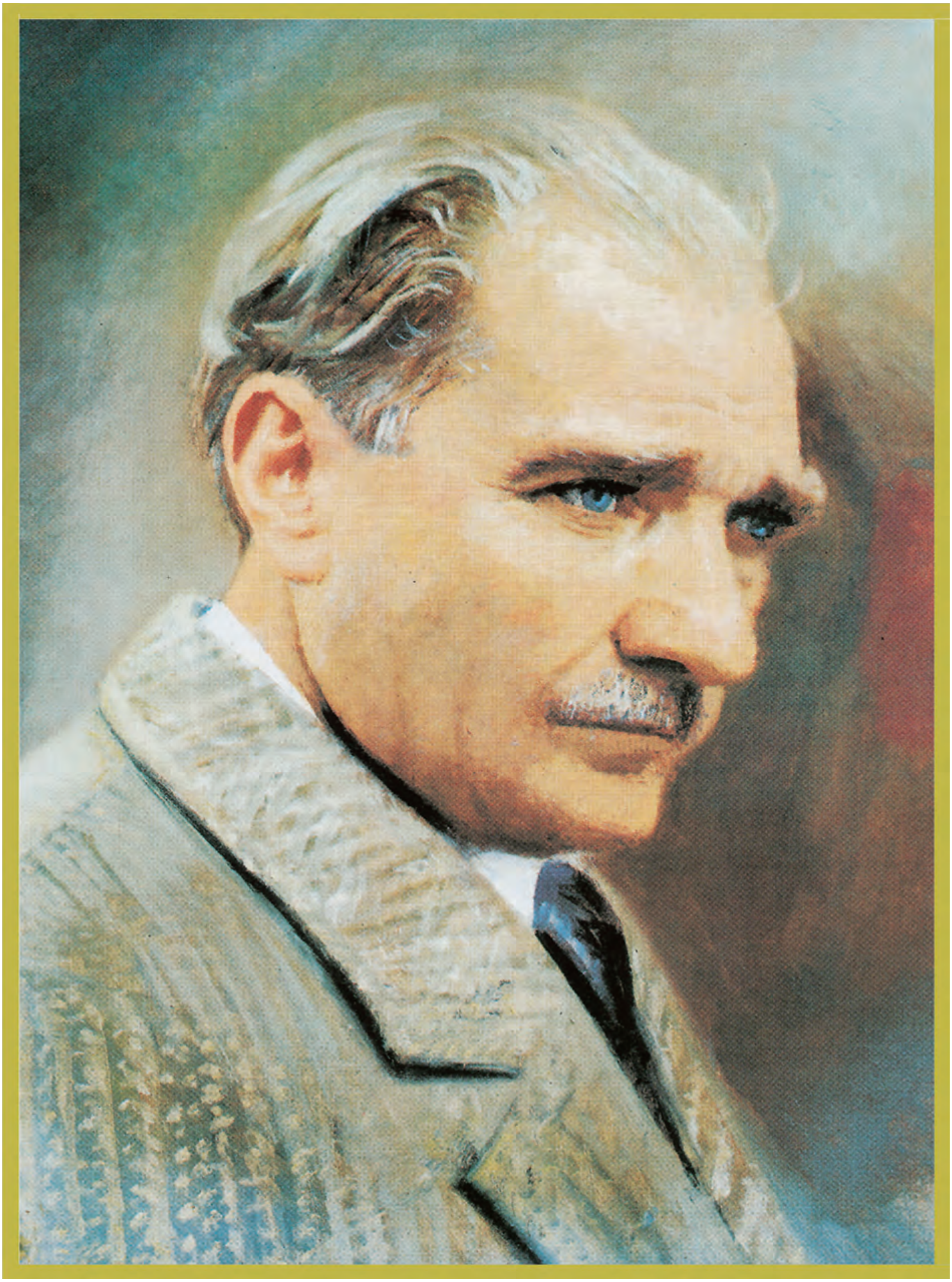
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

1 ÜNİTE

GENDEN PROTEİNE

2 ÜNİTE

CANLILARDA ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ

3 ÜNİTE

BİTKİ BİYOLOJİSİ

4. ÜNİTE

CANLILAR VE ÇEVRE

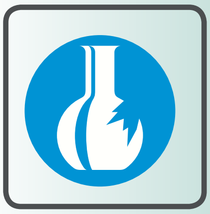
EKLER

GÜVENLİK SEMBOLLERİ

Laboratuvar uygulamalarında oluşabilecek tehlikelere karşı uyarmak için güvenlik sembolleri kullanılmaktadır. Bu semboller aşağıda açıklanmıştır. Laboratuvar uygulamalarınızda bu güvenlik sembollerini ilgili deneylerinizde panoya asmanız önerilir.



ELBİSE UYARISI
Bu sembol, çalışma sırasında kullanılan malzemelerden dolayı kıyafetlerin zarar görebileceğini gösterir.



KIRILABİLİR MALZEME UYARISI
Bu sembol, yapılacak deneylerde kullanılacak cam malzemenin kırılabilecek türden olduğunu gösterir.



GÖZ GÜVENLİĞİ
Bu sembol, çalışma sırasında gözler için tehlike oluşabileceğini ve bu nedenle gözlük takılması gerektiğini gösterir.



BİTKİ GÜVENLİĞİ
Bu sembol, çalışılan bitkilerin zehirli veya dikenli olabileceğini gösterir.



ISI GÜVENLİĞİ
Bu sembol, sıcak cisimler tutulacağı zaman önlem alınması gerektiğini gösterir.



AÇIK ALEV UYARISI
Bu sembol, yangına veya patlamaya sebep olabilecek alev oluşabileceğini gösterir.

PATLAMA TEHLİKESİ
Bu sembol, kimyasal madde yanlış kullanıldığında patlama meydana gelebileceğini gösterir.



BİYOLOJİK TEHLİKE
Bu sembol bakteri, mantar, bitki ve hayvan gibi canlıların neden olabileceği tehlikeli durumları gösterir.



KİMYASAL MADDE GÜVENLİĞİ
Bu sembol, cilde zararlı bazı kimyasal maddelerle çalışılırken eldiven kullanılması gerektiğini gösterir.



KESİCİ CİSİMLER GÜVENLİĞİ
Bu sembol, deney sırasında kesme ve delme tehlikesi olan keskin cisimler kullanılacağını gösterir.



ELEKTRİK GÜVENLİĞİ
Bu sembol, elektrikli aletler kullanılırken dikkat edilmesi gerektiğini gösterir.



ZEHİRLİ MADDE UYARISI
Bu sembol, zehirleyici maddeler kullanılırken dikkatli olunması gerektiğini gösterir.



KİTABIN TANITIMI

Bölümün numarasını gösterir.

Bölüm adını ve hazırlık sorularını gösterir.



Ünite karekodunu gösterir.

Ünite içeriğine uygun görseli gösterir.

Ünitenin adını gösterir.

Ünitede yer alan konuları gösterir.

Ünite içerisinde neler öğreneceğinizi gösterir.

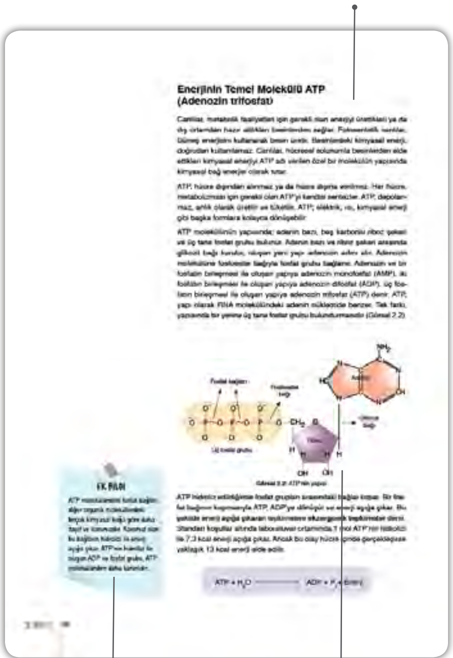
Ünite numarasını gösterir.



Bölüm ile ilgili öğrenilmesi hedeflenen anahtar kavramları gösterir.

Bölüm içeriğine uygun görseli gösterir.

Konu başlığını ve konu ile ilgili metni gösterir.



Konu ile ilgili önemli ve ilgi çekici bilgileri gösterir.

Konu içeriğine uygun görseli gösterir.

Güvenlik sembollerini gösterir.

Konu içeriğine uygun deneyleri gösterir.

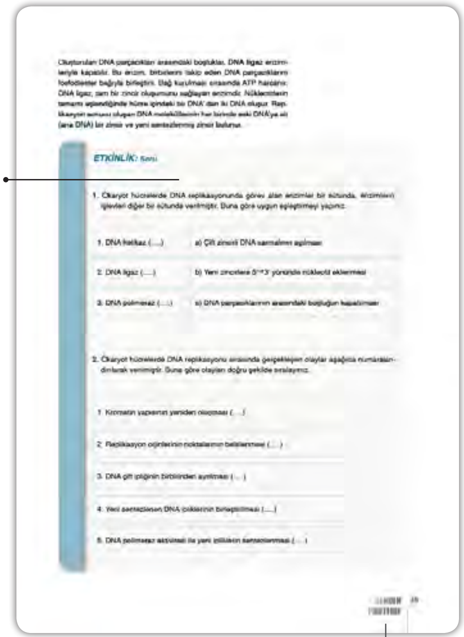


KİTABIN TANITIMI

Konu içeriğine uygun okuma parçasını gösterir.



Bölüm içindeki örnek soruları gösterir.

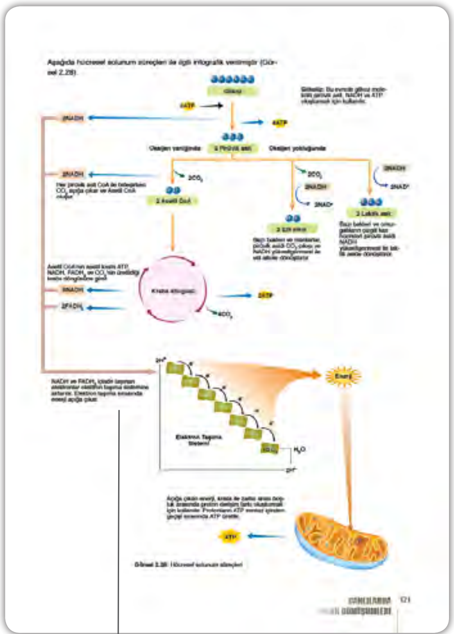


Kaçıncı ünite olduğunu ve sayfa numarasını gösterir.

Konuyla ilgili görselleri gösterir.



Anlatılan içeriğe uygun metni gösterir.



Ünitenin adını ve kitabın sayfa numarasını gösterir.

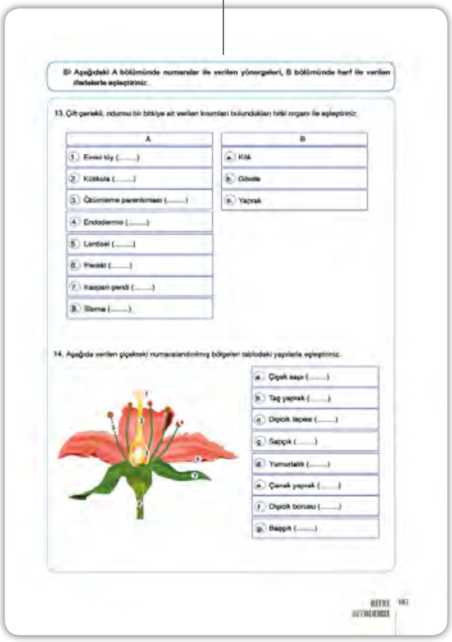
Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayan infografikleri gösterir.

KİTABIN TANITIMI

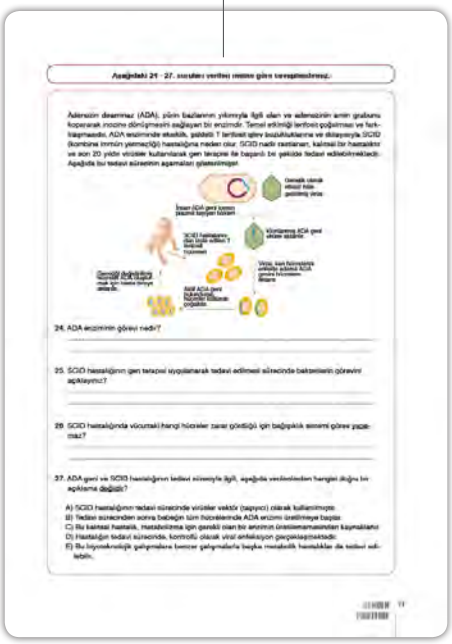
Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak ölçme ve değerlendirme sorularını gösterir.



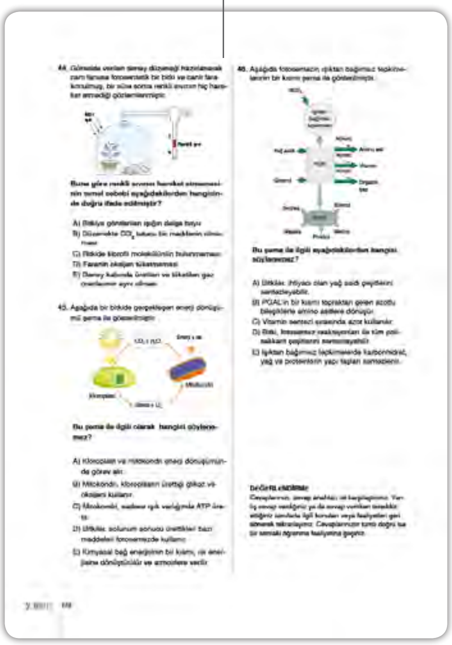
Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak eşleştirme sorularını gösterir.



Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak PISA sorularını gösterir.



Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak çoktan seçmeli soruları gösterir.





GENDEN PROTEİNE

1. ÜNİTE

1.1. NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ

1.2. GENETİK ŞİFRE VE PROTEİN SENTEZİ

Sevgili Gençler,

Bugüne kadar kendi çabalarınız ve öğretmenlerinizin ortak çabaları sonucunda biyoloji derslerinde birçok kavram hakkında bilgi birikimine sahip oldunuz.

Proteinleri öğrenmeye başladığınızda amino asitler, peptit bağları, dehidrasyon sentezi, DNA şifresi gibi kavramlarla karşılaştınız. Canlı organizmada birçok işlev, proteinler aracılığı ile gerçekleşir. Proteinler; canlıların hücre, doku ve organlarının yapısına katılır, enzimlerin yapısında yer alır, hormonların bazılarının yapısında bulunur, zorunlu durumlarda canlıda enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılır, bağışıklık sisteminde rol alır, sinir uyarılarının iletiminde görev yapar, hemoglobinin yapısına katılır. Proteinlerin bu bilgiler ışığında canlılar için çok önemli organik maddeler olduğunu öğrenip kavradınız.

Ribozom organelinde üretilen proteinlerin nasıl oluştuğunu bu ünitede öğreneceksiniz. Proteinler özel moleküllerdir. Her canlı, DNA'sında bulunan şifreye göre kendi proteinini kendi sentezler. DNA'daki şifrelerden protein sentezlenmesi, karmaşık bir dizi işlem sonucu gerçekleşir. Konuyu daha iyi anlayabilmek için nükleik asitler, DNA yapısı, DNA replikasyonu, genetik şifre RNA… hakkında bildiklerinizle yeni öğrenecekleriniz arasında bağlantı kurduğunuzda karmaşık görünen protein sentezi ve diğer konuları daha kolay kavrayıp öğrendiğinizi fark edeceksiniz.

1. BÖLÜM

ANAHTAR KAVRAMLAR

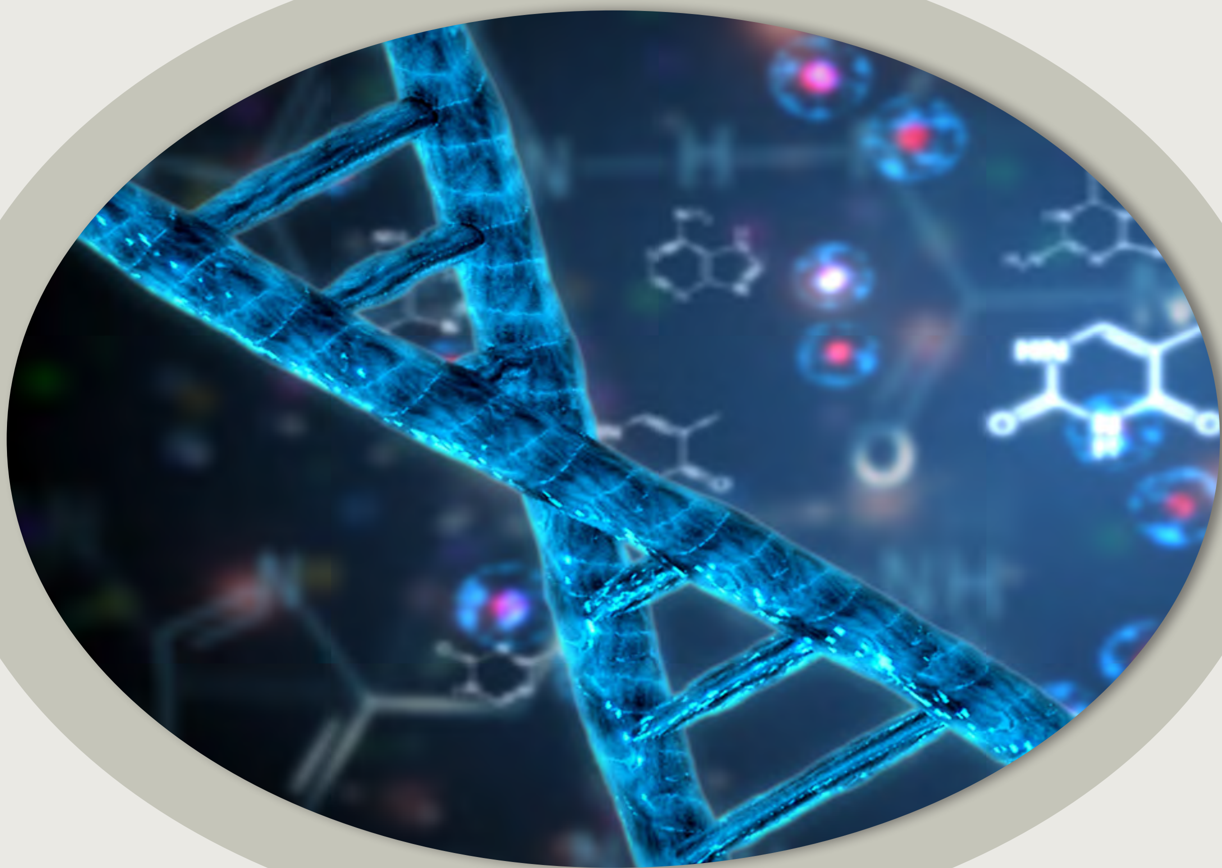
- DNA LİGAZ
- DNA POLİMERAZ
- GEN
- HELİKAZ
- KROMOZOM
- NÜKLEİK ASİT
- NÜKLEOTİT
- DNA REPLİKASYONU

HAZIRLIK SORULARI

1. Günümüzde meteoroloji uzmanları havanın nasıl olacağını yüksek oranda doğru tahmin edebilmektedir. İnsanların da kendi sağlığını ilgilendiren olayları bu şekilde önceden tahmin edebilmesi mümkün müdür?

2. "Oğlan dayıya, kız halaya çeker." atasözünden yola çıkarak sizi fiziksel olarak tanımlayan özelliklerinizi ortaya çıkaran temel unsurlar neler olabilir?

3. Eksiksiz bir gen haritasının ortaya çıkarılması, gelecek nesillerin yaşam kalitesini artırmak için hangi olanakları sunabilir?



1.1. NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ

İnsanoğlu varoluşundan günümüze kadar gelen süreçte ebeveynleriyle (ana-baba) ortak ve farklı özellikleri olduğunu gözlemlemiştir. Sizin de çevrenizde birileri mutlaka “Saçların aynı babana benziyor.” “Gözlerin halana benziyor.” “Yüz yapın dayına benziyor.” demiştir. Dış görünüşümüzün tıpatıp ebeveynlerimize benzememesi de hep aklımızı kurcalamıştır (Görsel 1.1). Bu düşünceler, kalıtsal özelliklerimizin nasıl aktarıldığı sorusunu aklımıza getirir. Ailenizde, okulunuzda ve mahallenizde yaşayan insanların dış görünüşlerinin benzer ya da birbirinden farklı olmasının nedeni nedir? Hiç düşündünüz mü?



Görsel 1.1: Çekirdek aile

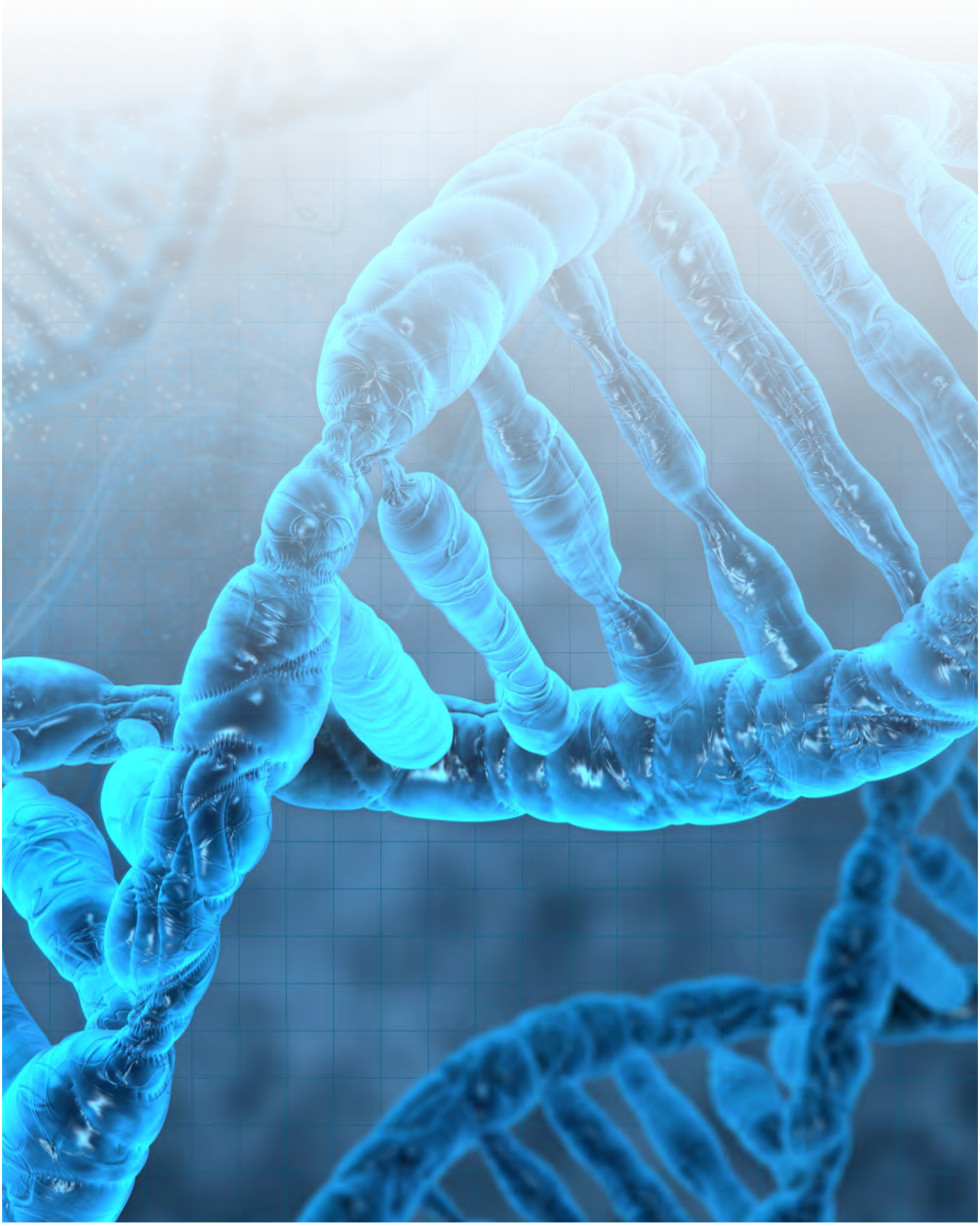
Genetik özelliklerin kuşaktan kuşağa aktarılmasını sağlayan organik moleküller nükleik asitlerdir. Bilim insanlarının hangi çalışmaları, son derece önemli olan bu moleküllerin keşif sürecinde kilit rollere sahiptir?

1.1.1. NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞİF SÜRECİ

İsviçreli Biyokimyacı Friedrich Miescher (Fredrik Mişher), 1869 yılında ilk olarak akyuvarda daha sonra ise balık spermi ve yumurtalarının çekirdeğinde nükleik asitlerin varlığını gözlemlemiştir. Miescher, çekirdek içerisinde asit özelliği gösteren bu moleküllere **nüklein** adını vermiştir. Daha sonraları nüklein, **nükleik asit** olarak adlandırılmıştır. Nükleik asitlerin başlangıçta sadece hücre çekirdeğinde bulunduğu kabul edilmiştir. Sonraki yıllarda ise yapılan bilimsel çalışmalarda nükleik asitlerin ökaryot hücrelerin mitokondri, kloroplast ve ribozom gibi organellerinde bulunduğu da tespit edilmiştir. Prokaryot canlılarda ise nükleik asitlerin hücre sitoplazmasında ve ribozomlarında yer aldığı görülmüştür. 1884 yılında Oscar Hertwig (Oskar Hörtvik), nükleik asitlerin kalıtımın aktarılmasından sorumlu kimyasallar olduğunu ileri sürmüştür.

I. Dünya Savaşı yıllarında Alman Kimyager Robert Feulgen (Rabırt Fölgen), kendi geliştirdiği DNA boyama tekniği ile DNA'nın kromozomların içerisinde bulunduğunu gösterdi. Phoebus Aaron Theodare Levene (Pobebus Aron Tiedor Levin), nükleik asit moleküllerinin temel biriminin nükleotit olduğunu ispatladı (Görsel 1.2). 1928 yılında Frederick Griffith (Frederik Griffit), kalıtım materyalini aktaran molekülün varlığını tespit etmek amacıyla çeşitli deneyler yapmıştır.

Görsel 1.2: Nükleik asitler



Griffith yaptığı bu deneylerde kalıtım materyalini aktaran maddenin ne olduğunu bulamadı. Bu maddenin maddenin protein ya da proteinin sentezinde rol alan bir bileşik olabileceğini önerdi. 1940'lara kadar yapıları ve özgül işlevlere sahip olmaları nedeniyle proteinlerin genetik materyal olabileceklerine daha sıcak bakılıyordu. Ancak yapılan deneyler sonucu elde edilen bulgular, genetik bilgi taşıyıcısının protein değil de DNA olduğunu ispatlamıştır. Griffith'in deneylerinden yaklaşık 20 yıl sonra Oswald Avery (Ozvıld Avri) (Görsel 1.3), Maclyn McCarty (Maklin Makkarti) ve Colin MacLeod (Kolin Makleod) dönüştürücü maddenin ne olabileceğini sorgulamaya başladılar. Grifith'in yaptığı deneyleri biraz daha geliştirdiler. S suşu bakteriyi, çeşitli çözeltilerden geçirip enzimlerle parçaladılar. DNA, RNA, karbonhidrat, lipit ve protein moleküllerini izole edip ayırdılar. Bu maddelerden hangisinin dönüşüme neden olduğunu bulmak için deneyler yapmaya başladılar. Deneyler sonucu dönüşümden sorumlu maddenin DNA olduğunu belirlediler. 1944 yılında dönüşüm prensibinin kimyasal doğası ile ilgili makalelerini yayımladılar. Bu çalışmalar DNA'nın genetik materyal olarak kabul edilmesinde ilk adım olarak kabul edilir.

Alfred Hershey (Alfırıd Hörşi) ve Martha Chase (Marta Çeys) (Görsel 1.4), dönüşüme hâlâ protein parçalarının sebep olduğuna inanıyorlardı. Bu nedenle yeni deneyler yapmaya karar verdiler. Bakteriyofajların (bakteri içinde çoğalan virüs) DNA ve proteinden oluştuklarını, bakteriyofajların bakterilere bulaştıklarında hücreye bir madde gönderdiklerini biliyorlardı. Hücreye giren bu madde, bakterinin DNA'sına müdahale ediyor ve bakteriyofajların çoğalmasına sebep oluyordu. Bu maddenin ne olduğunu bulmak için 1952 yılında bakteriyofajlar ile deneyler yapmaya başladılar.

Hershey ve Chase, faj proteini ve nükleik asidinin bakteri hücresinin üreme işlemindeki işlevini açıkça ortaya koydular. Deneylerinde bakteri hücresi içerisinde fajın nükleik asidinin çoğaldığını, protein kılıfının ise bakteri hücresine giremediğini tespit ettiler. Böylece DNA'nın genetik materyal olduğunu ispatladılar.

DNA'nın kalıtsal bilgileri taşıyan molekül olduğu anlaşıldıktan sonra kimyasal yapısını ve görevini anlamak için çeşitli araştırmalar yapılmıştır. 1949 yılında Erwin Chargaff (Örvin Şargaf) (Görsel 1.5), farklı organizmalardan izole ettiği saf DNA'larının baz dizilimlerini incelediğinde türden türe baz dizilimlerinin değiştiğini keşfetmiştir. Erwin Chargaff, aynı zamanda bir bireyin değişik dokularından izole ettiği saf DNA'ların baz dizilerini karşılaştırdığında dizilerin aynı olduğunu açıklamıştır.

1950'li yıllarda Rosalind Franklin, DNA'nın zincirlerini X- ışınlarına maruz bırakarak molekülün saçtığı ışınları belirlemiş ve X- ışını kırınımı fotoğrafını çekmiştir. Fotoğraflama sonucunda DNA'nın belirli aralıklarla tekrarlayan sarmal bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir.

1953 yılında yayımladıkları makalede James Watson (Ceyms Vatsın) ve Francis Crick (Frensis Krik) daha önce yapılan çalışmalardaki bulgulardan ve çekilen fotoğraflardan yararlanarak DNA'nın çift sarmal modelini ortaya koydular.

EK BİLGİ

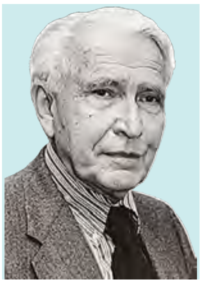
İsviçreli Biyokimyacı Friedrich Miescher'in nükleik asitleri bulduğu dönemde (1865-1870) Gregor Mendel, bahçe bezelyeleri üzerinde kendi genetik deneylerini yürütüyordu. Mischer'in hastanelerden topladığı irin bulaşmış sargı bezlerinden izole ettiği materyal DNA idi. Mendel''in ilkelerini oluştururken yaptığı çaprazlamalarda takip ettiği özelliklerin ortaya çıkmasını sağlayan genler de bu materyalde taşınıyordu. Daha sonra DNA adı verilen bu materyal, modern moleküler biyolojinin temelini oluşturmuştur.



Görsel 1.3: Oswald Avery



Görsel 1.4: Martha Chase ve Alfred Hershey

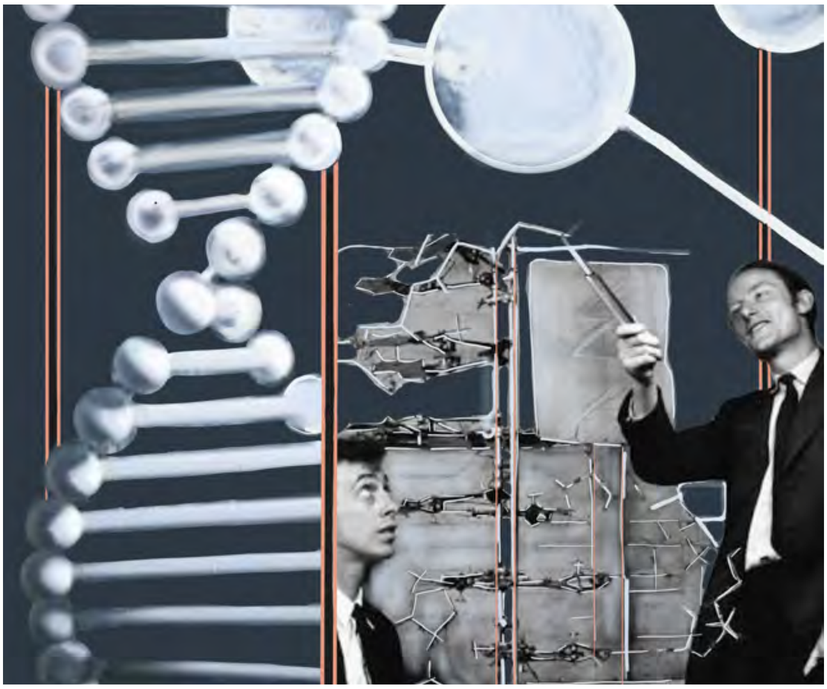


Görsel 1.5: Erwin Chargaff

ARAŞTIRMA

X-ışını kırınımı fotoğrafı, DNA'nın yapısını açıklamada nasıl bir fayda sağlamıştır? Araştırınız.

James Watson ve Francis Crick, önceki çalışmalar sonucu ortaya çıkan bilgileri de kullanarak adenin-timin, guanin-sitozin eşleşmesinin olması gerektiğini belirttiler (Görsel 1.6). Azotlu bazların sarmalın iç kısmında, şeker ve fosfat gruplarının ise sarmalın dış kısmında bulunduğu DNA çift sarmal modelini tasarlayarak bu DNA modelini Nature (Neyçır) Dergisinde bir makalede yayımladılar. Bu çalışmalarından dolayı Watson ve Crick, 1962 yılında Nobel Ödülü aldılar.



Görsel 1.6: Watson ve Crick'in DNA çift sarmal modeli

ETKİNLİK: Soru

Nükleik asitlerin keşif sürecinde görev alan bazı bilim insanlarının yaptıkları çalışmaları kısaca özetleyiniz.



Franklin

....
....
....
....



Watson-Crick

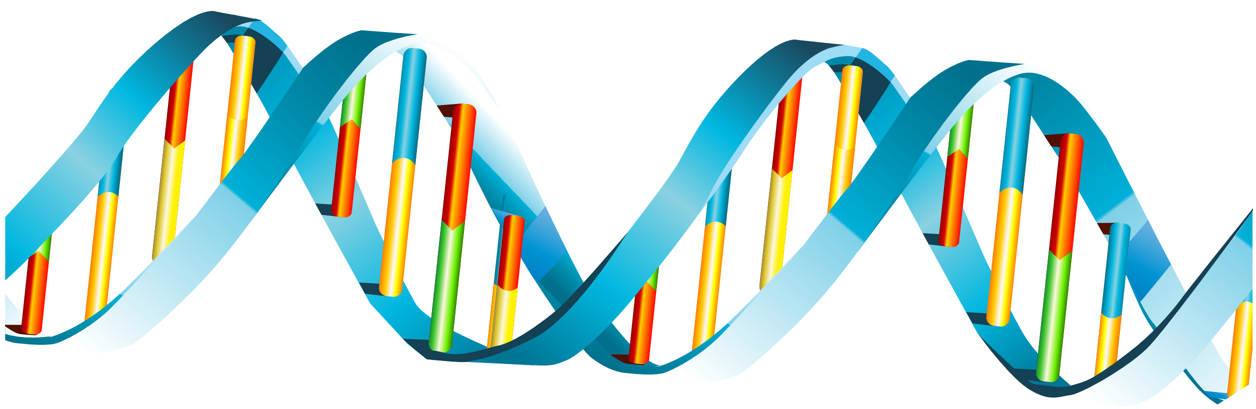
....
....
....
....
....
....
....
....

1.1.2. NÜKLEİK ASİTLERİN ÇEŞİTLERİ VE GÖREVLERİ

Canlılarda gerçekleşen tüm metabolik olayları denetleyen, genetik özelliklerin kuşaktan kuşağa aktarılmasını sağlayan ve canlıları birbirinden farklı kılan organik moleküllere **nükleik asitler** denir. Çift zincirli ve sarmal yapıda olan, kalıtımda görev alan nükleik asit çeşidine **DNA** (deoksiribonükleikasit) adı verilir (Görsel 1.7). Tek zincirli olan ve protein sentezinde görev alan nükleik asit çeşidine de **RNA** (ribonükleikasit) adı verilir.

Nükleik asitler; C, H, O, N ve P atomlarından oluşan karmaşık yapılı büyük organik moleküllerdir. Nükleik asitler, birbirine fosfodiester bağları ile bağlanmış, dehidrasyon sentezi ile oluşan nükleotit zincirlerinin oluşturduğu polimerlerdir. Bu polimerler, tüm canlılarda hem genetik özelliklerin aktarımını hem de protein sentezi gibi karmaşık olayların yönetimini sağlar. Bu nedenle nükleik asitlere **yönetici moleküller** de denir. Yönetici moleküller, tüm canlılarda ve virüslerde bulunur. Tek hücrelilerin ve çok hücreli organizmaların metabolik faaliyetleri, DNA'daki genler ile kontrol edilir ve yönetilir.

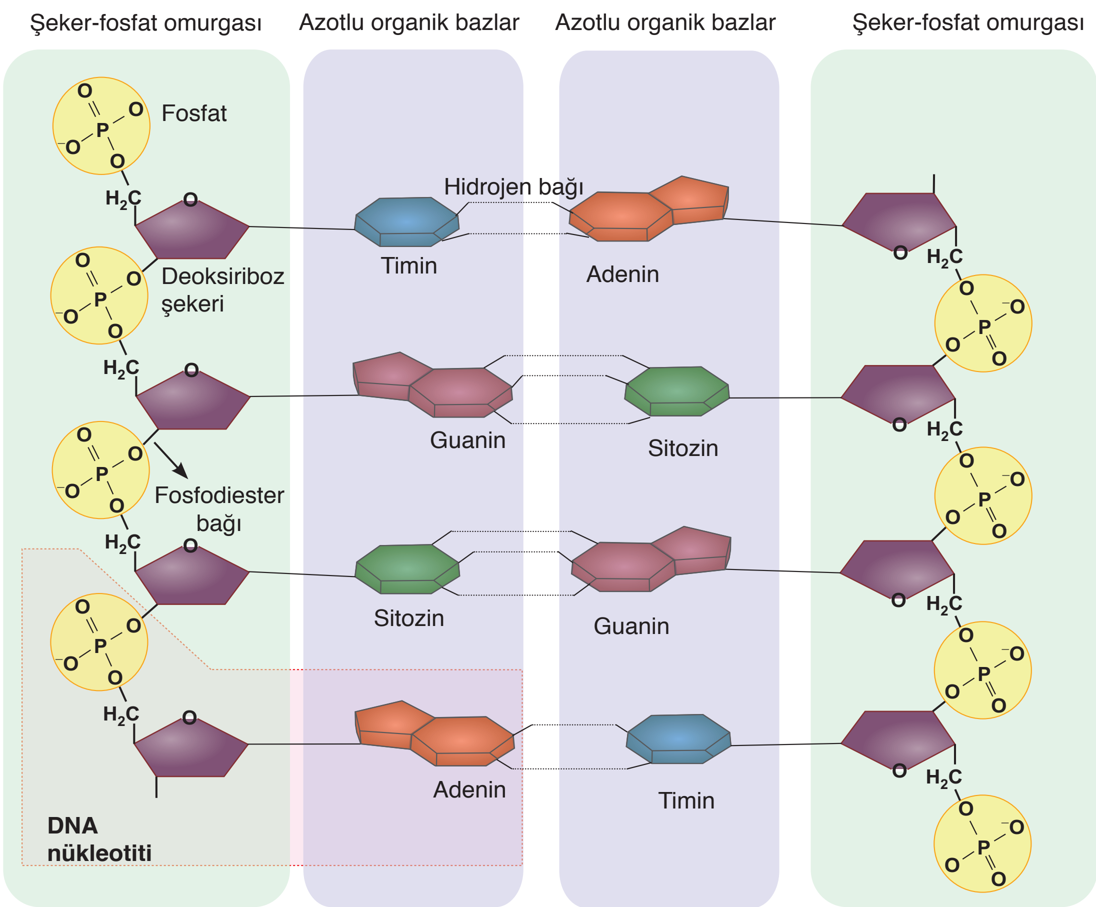
Genel anlamda temel bilgileri taşıyan molekül DNA iken bazı virüslerde genel bilgileri taşıma rolünü RNA üstlenir. DNA, hücrenin temel mimarisini oluşturan ve metabolik faaliyetlerin gerçekleşmesini sağlayan proteinleri doğrudan üretmez. DNA molekülü, boyutları nedeniyle hücre çekirdeğinin dışına çıkamaz. Bu nedenle DNA proteinlerin üretimini RNA adı verilen mesaj taşıyıcıyı moleküller aracılığıyla kontrol eder. RNA, protein sentezlemek için sitoplazmadaki ribozomlar ve bazı yardımcı moleküllerle birleşir. Böylece DNA'daki genetik bilgi önce RNA'ya aktarılır. Daha sonra da protein sentezlenir. Her hücre bölünmesinde DNA, kendini eşleyerek bir kopyasını oluşturur. Böylece bir nesildeki genetik bilgi, bir sonraki nesle aktarılır.



Görsel 1.7: DNA çift sarmalı

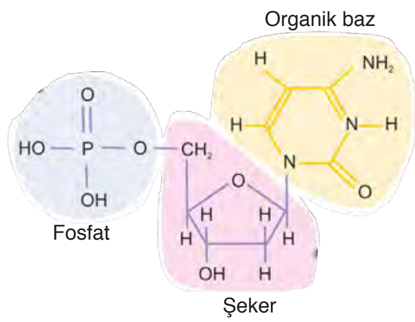
DNA

Watson ve Crick'in DNA modeline göre DNA molekülü, ip şeklinde bir merdivene benzetilebilir. Basamakları, organik bazlar oluşturur. Merdivenin yan tarafındaki ipler ise şeker ve fosfattan oluşmuştur. Merdivenin bir ucunun tutulup diğer ucunun döndürülmesi sonucu DNA çift sarmalı oluşur. DNA molekülü, sağa dönüşlü olarak sarmal yapar. DNA molekülünde bilginin esas olarak depolandığı yerler, merdivenin basamaklarıdır (Görsel 1.8).



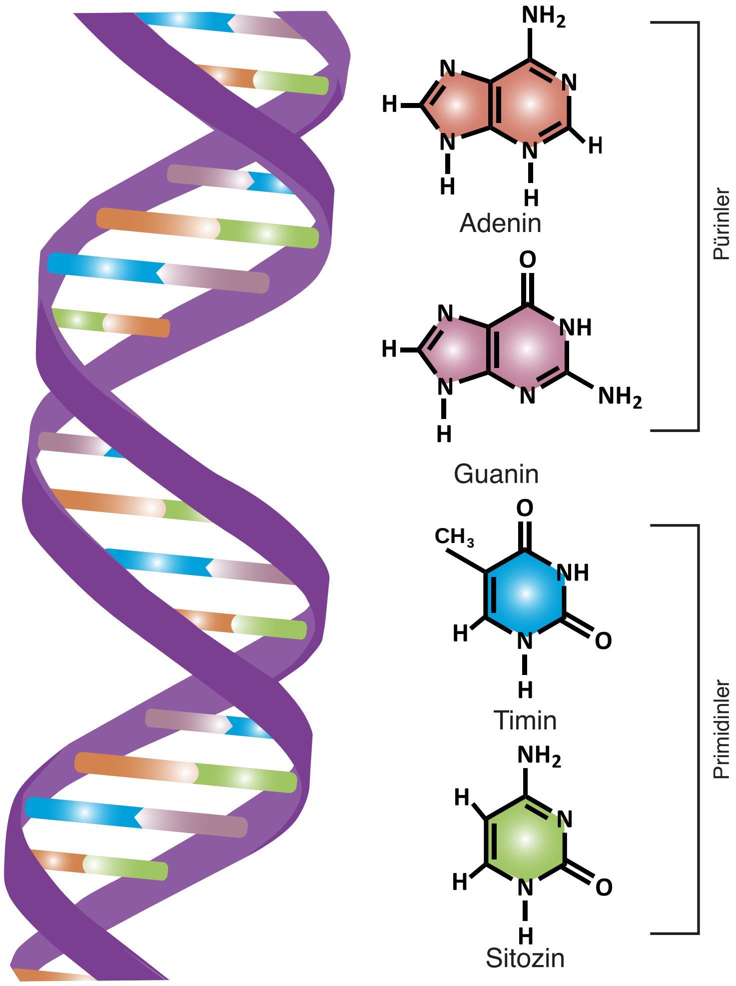
Görsel 1.8: DNA'nın yapısı

DNA, çift iplikli ve sarmal yapılıdır. Sarmalı oluşturan zincirler birbirinin tamamlayıcısıdır. DNA, **nükleotit** adı verilen yapı birimlerinden oluşur (Görsel 1.9).



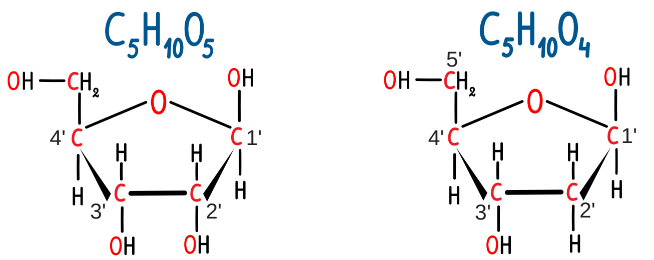
Görsel 1.9: Nükleotit

DNA sarmal zincirlerini oluşturan nükleotitlerde üç kısım bulunur. Bunlar; azotlu organik bir baz, beş karbonlu bir şeker (pentoz) ve bir fosfat grubudur. DNA'yı oluşturan nükleotitlerde bulunan azotlu organik bazlar; adenin (A), guanin (G), sitozin (C) ve timin (T) dir. Adenin ve guanin, çift halkalı **pürin** bazları grubunda yer alır. Sitozin ve timin ise tek halkalı **pirimidin** bazları grubundandır (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: DNA'da bulunan organik bazlar

Nükleotitlerin yapısında beş karbonlu şekerler bulunur (Görsel 1.11). DNA yapısına katılan nükleotitlerdeki şeker çeşidi **deoksiribozdur**. Taşıdığı deoksiriboz şekerinden dolayı **deoksiribonükleik asit** (DNA) adını almıştır.



Görsel 1.11: Riboz ve deoksiriboz

EK BİLGİ

Toplam hidrojen bağ sayısı (2xA)+(3xG)

DNA molekülünde her zaman A sayısı, T sayısına G sayısı, C sayısına eşittir.

$\frac{A}{T}=1 \quad \frac{G}{C}=1$

$\frac{A+G}{T+C}=1 \quad \frac{\text{Pürinler}}{\text{Pirimidinler}}=1$

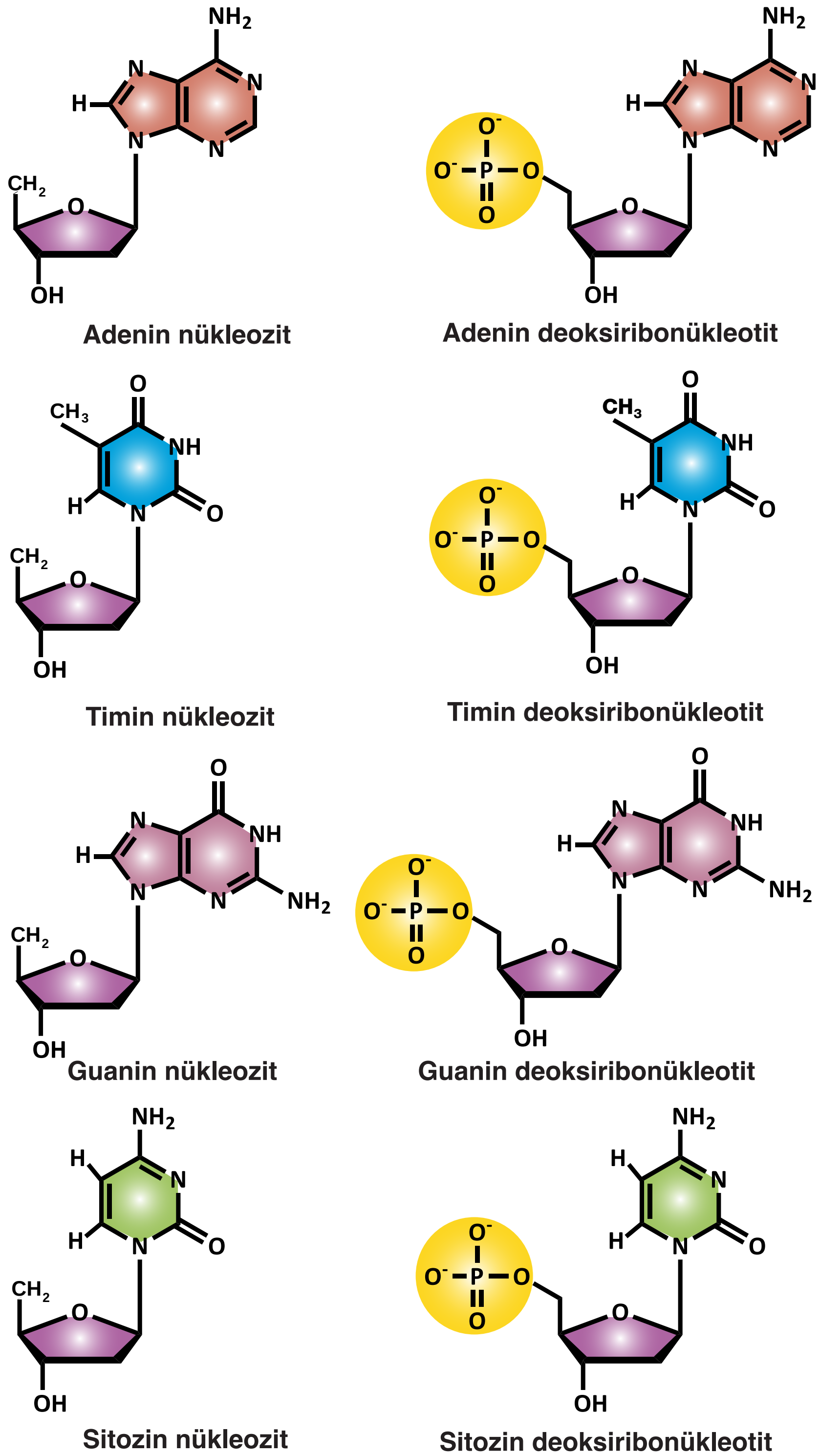
$\frac{A+G}{\text{Fosfat}}=\frac{1}{2} \quad \frac{T+C}{\text{Şeker}}=\frac{1}{2}$

$\frac{\text{Fosfat}}{\text{Şeker}}=1$

EK BİLGİ

Nükleotitler, taşıdıkları organik baz ve beş karbonlu şeker çeşidine; nükleik asitler ise taşıdıkları beş karbonlu şeker çeşidine göre isimlendirilir.

Baz ve şeker arasında glikozit bağı kurulur. Bağlanma sonrası **nükleozit** adı verilen moleküller oluşur. Nükleozitlere fosfat gruplarının bağlanmasıyla nükleotitler oluşur. Fosfat grupları, nükleozitin yapısındaki şekerlerle ester bağı kurarak doksiribonükleotitlerin oluşturulmasını sağlar (Görsel 1.12). Fosfat grupları, DNA molekülünün asit özellik kazanmasını sağlar.

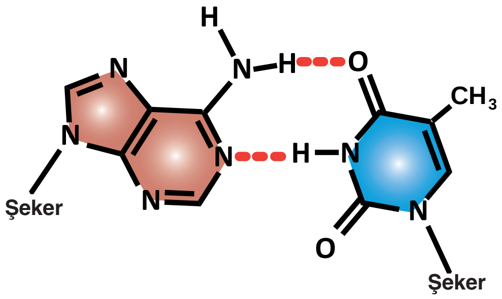


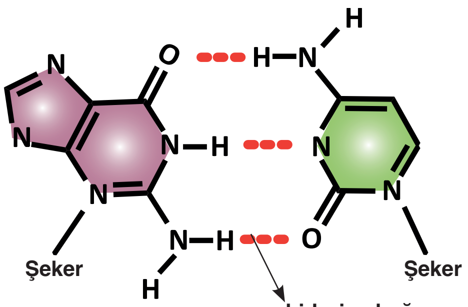
Görsel 1.12: DNA'da bulunan nükleozit ve nükleotit çeşitleri

İki polinükleotit zincirde fosfodiester bağıyla bağlı şeker-fosfat omurgası, sarmalın dışında kalır. Bazlar ise sarmalın iç tarafında yer alır. Bir sarmal zincir oluşurken nükleotitler, fosfodiester bağıyla birbirine bağlanır. Bir sarmaldaki adenin diğer sarmaldaki timin ile eşlenir. Bu eşleşme sırasında aralarında iki hidrojen bağı kurulur. Yine bir sarmaldaki guanin diğer sarmaldaki sitozin ile eşlenir. Bu eşleşme sırasında aralarında üç hidrojen bağı kurulur. DNA'nın karşılıklı ipliklerindeki nükleotitler, bazlar arasında oluşan hidrojen bağıyla birbirine bağlanır (Görsel 1.13).

ARAŞTIRMA

Birbiri ardına gelen bazlar, sizi siz yapan genetik bilgiyi kodlar. Genetik bilgi hakkında neler biliyorsunuz? Araştırınız.





Görsel 1.13: DNA'da baz eşleşmesi

DNA, tüm genetik bilginin taşındığı moleküldür. Ökaryot hücrelerde çekirdek, mitokondri ve kloroplast organellerinde bulunurken prokaryot canlılarda ise sitoplazma içinde serbest hâlde bulunur. DNA; ökaryot hücrelerde doğrusal, prokaryot hücrelerde ise halkasal bir yapıya sahiptir. DNA'yı oluşturan nükleotitlerin sayısı ve sırası, her canlı için özgündür. Bir canlının sağlıklı ve DNA taşıyan her vücut hücresindeki DNA miktarı ve DNA'yı oluşturan nükleotitlerin sırası aynıdır. Ancak canlıyı oluşturan doku ve organlar yapı ve özellikleri bakımından birbirinden farklıdır. Bu durumun nedeni gelişme sürecinde farklı dokuları oluşturacak hücrelerin DNA'sındaki aktif gen bölgelerinin değişkenlik göstermesiyle açıklanabilir.

Bir hücre bölünürken kendi DNA'sını eşleyerek kopyalar ve böylece genetik özellikler gelecek nesildeki hücrelere aktarılır. DNA, doğrudan üzerinde taşıdığı genlerdeki baz dizilimine göre RNA sentezleyebilir.

EK BİLGİ

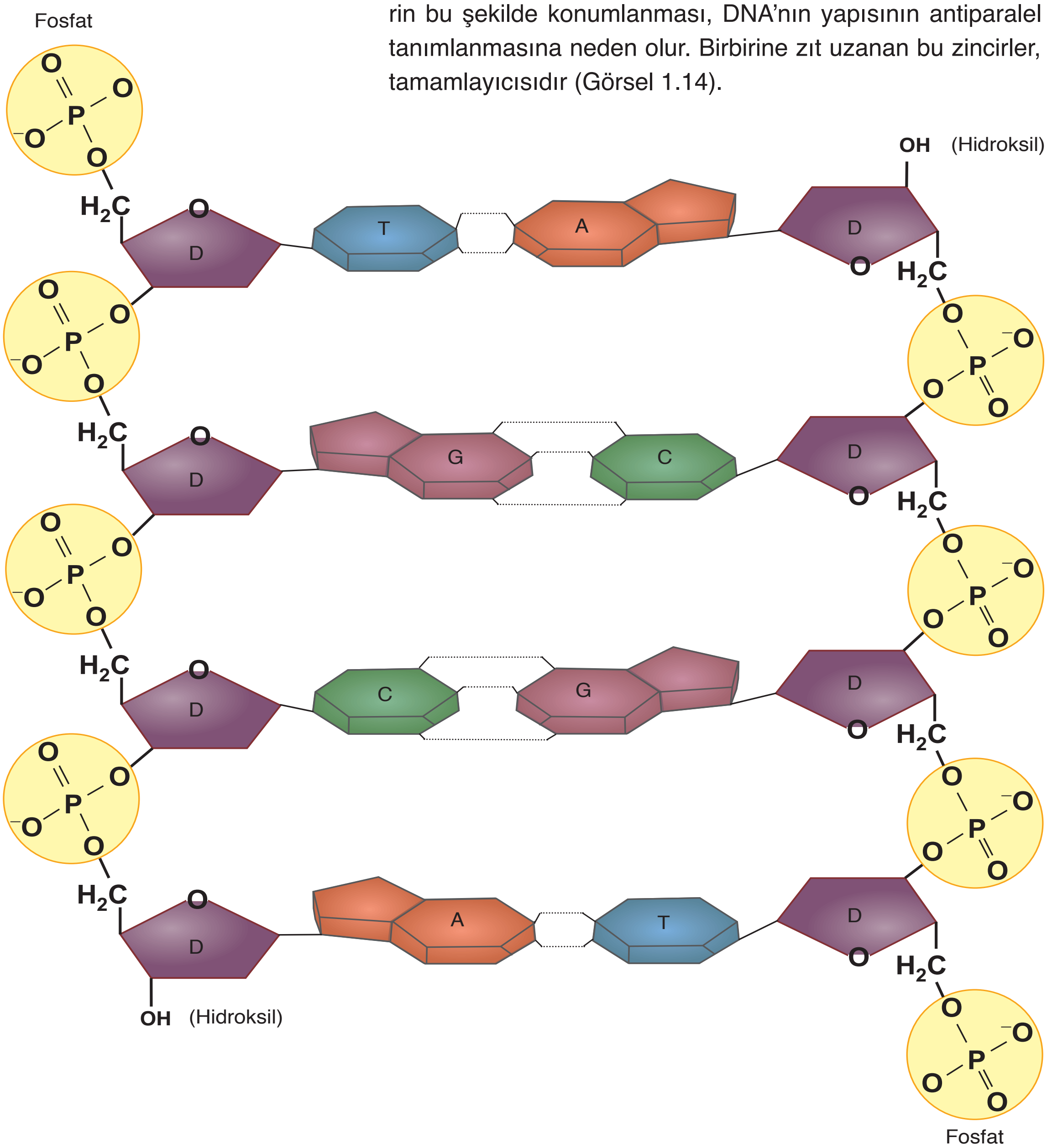
DNA'daki polinükleotit zincirlerin oluşturduğu çift sarmalın dayanıklılığı, GC/AT oranına bağlıdır. Örneğin

GC/AT>1 ise üçlü bağ sayısı fazladır. Bu da sarmalın fiziksel olarak daha dayanaklı olmasını sağlar. DNA'nın iki ipliğini birbirinden ayırmak için gerekli olan ısı miktarı daha yüksek olur.

GC/AT<1 ise ikili bağ sayısı fazladır. Bu da sarmalın açılma olasılığının daha fazla olduğunu gösterir. DNA'nın iki ipliğini birbirinden ayırmak için gerekli olan ısı miktarı daha düşük olur.

DNA'yı oluşturan zincirler, hangi doğrultuda ilerleyeceğine ve bir merdiveni oluşturacağına nasıl karar veriyor? Bu soruların cevabı, iki farklı durumla açıklanabilir. Birincisi, fosfat gruplarının negatif yüklü olmasıdır. Bu durum, iki ipliğin birbirinden olabildiğince uzak durmasına neden olur. İkincisi ise azotlu bazların aralarında kurdukları hidrojen bağlarıyla birbirine yaklaşmaya çalışmasıdır.

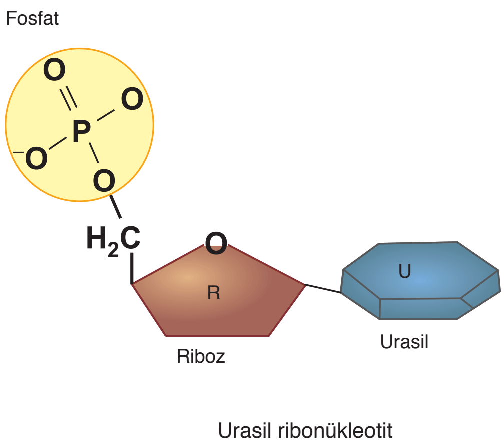
DNA molekülünü oluşturan ipliklerdeki deoksiriboz şekeri birbirine ters şekilde konumlanmıştır. Görüldüğü gibi zincirlerin yöneldikleri doğrultu farklılık gösterir. DNA iki ipliğinden birininin en sonunda yer alan deoksiribozun beşinci karbonuna fosfat bağlıdır. Aynı ipliğin diğer ucundaki deoksiribozun üçüncü karbonunda hidroksil grubu bulunur. Bu iplik, bu doğrultuda yönelim gösterir. Bu ipliğin karşısındaki diğer ipliğin hidroksil ve fosfat grubu taşıyan uçları, birinci iplikle zıt yöndedir. Bu durum, iki ipliğin birbirine antiparalel uzanmasına neden olur. Zincirlerin bu şekilde konumlanması, DNA'nın yapısının antiparalel şeklinde tanımlanmasına neden olur. Birbirine zıt uzanan bu zincirler, birbirinin tamamlayıcısıdır (Görsel 1.14).

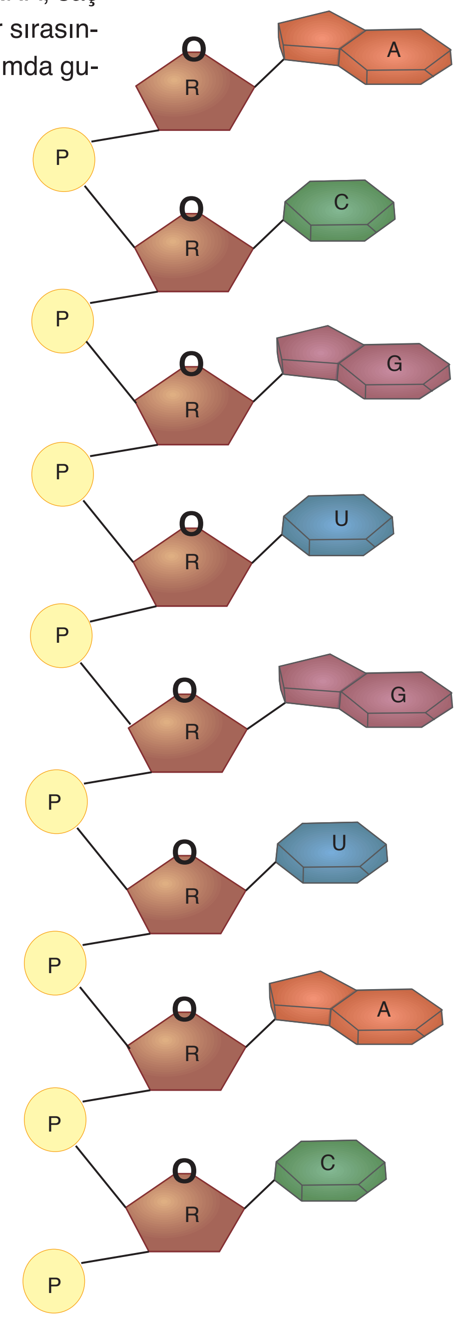


Görsel 1.14: Bir DNA parçasındaki zincirlerinin birbirine antiparalel yapısı

RNA

RNA; ökaryot hücrelerde, çekirdekte, sitoplazmada, ribozomun yapısında, mitokondride ve kloroplastlarda bulunan tek polinükleotit zincirden oluşan bir nükleik asittir (Görsel 1.15). Prokaryot hücrelerde ise sitoplazmada ve ribozomun yapısında bulunur. DNA'dan farklı olarak RNA'nın yapısında deoksiriboz şekeri yerine riboz şekeri bulunur. Azotlu baz olarak da timin yerine urasil bulunur. RNA'da; adenin, guanin, sitozin ve urasil bazları yer alır. RNA oluşurken bu bazları içeren dört çeşit nükleotit, fosfodiester bağlarıyla birbirine bağlanır. RNA, saç tokasını andıran bir şekilde katlanmalar yapabilir. Katlanmalar sırasında bazların karşılıklı olarak eşleşmesi gerçekleşebilir. Bu durumda guanin, sitozinle; adenin, urasille eşleşir.





Görsel 1.15: RNA

RNA, kendini eşleyemez. Bu nedenle bütün RNA çeşitleri, DNA üzerinde yer alan anlamlı şifrelere (gen) göre sentezlenir. RNA bazı virüslerde bilginin yeni nesillere aktarılmasını sağlar. Örneğin AIDS'e neden olan HIV'in kalıtsal özellikleri, RNA üzerinde taşınır.

Bütün RNA çeşitleri, protein sentezinde görev alarak hücredeki yaşamsal olayların yönetiminde DNA ile birlikte görev alır. Tüm prokaryot ve ökaryot hücrelerde; mesajcı RNA (mRNA), taşıyıcı RNA (tRNA) ve ribozomal RNA (rRNA) olmak üzere üç çeşit RNA vardır.

Mesajcı RNA (mRNA)

Ökaryot hücrelerde DNA, hücre çekirdeğinde bulunur. Ancak DNA' nın gen kısmında bulunan bilgiden, protein sentezlenebilmesi için bu bilginin çekirdekten dışarı çıkması gerekir. RNA'nın görevlerinden biri de bu bilgi mesajını iletmektir. mRNA, genden aldığı bilgiyi ribozoma taşır ve ribozoma bağlanır. Protein sentezi için kalıp görevi görür. mRNA'nın taşıdığı bilgi, sentezlenecek proteine ait amino asitlerin çeşidini ve sırasını belirleyen bilgidir.

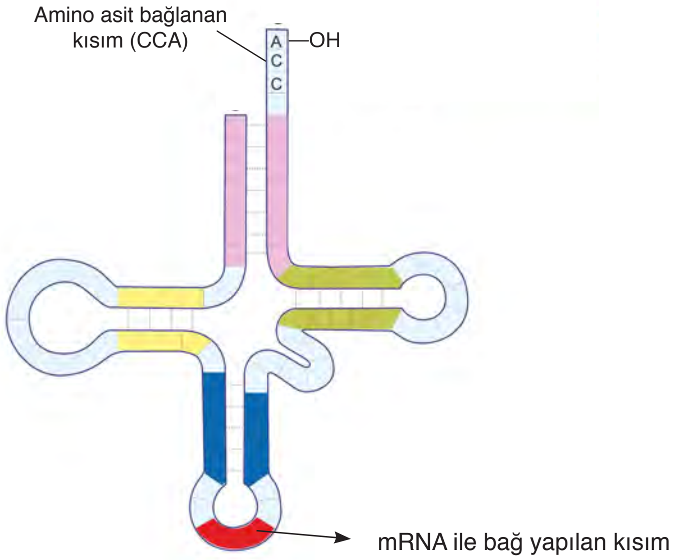
EK BİLGİ

Bir canlıya ait aynı doku hücresi içinde farklı nükleotit dizilimlerine sahip mRNA'lar bulunabilir. Canlıya ait değişik dokulardaki hücreler içerisinde mRNA'lar, farklı nükleotit dizilimine sahip olabildiği gibi aynı canlının değişik dokularında da aynı nükleotit dizilimine sahip olan mRNA'lar bulunabilir.

mRNA sentezi sırasında DNA'nın iki zincirinden sadece biri kalıp olarak kullanılır. Kalıp olarak kullanılan zincire **anlamlı zincir** adı verilir. DNA'nın anlamlı zincirindeki genetik şifreye göre mRNA, bu zincirin karşıtı olarak sentezlenir. Sentez sırasında DNA'daki adeninin karşısına mRNA'da urasil gelir. Böylece mRNA, DNA'dan genetik bilgiyi almış olur. Hücrede mRNA çeşidi sayısı, sentezlenen protein çeşidi sayısı kadardır. Hücredeki toplam RNA'ların sadece %5'ini mRNA oluşturur. Bir proteine çok ihtiyaç varsa mRNA birkaç kez kullanılabilir.

Taşıyıcı RNA (tRNA)

tRNA, protein sentezinde kullanılacak olan amino asitleri sitoplazmadan ribozoma taşır. Böylece protein sentezi için gerekli amino asit ihtiyacını karşılar. Çekirdekten tek zincir hâlinde sentezlenen tRNA'lar, sitoplazmada kendilerine özgü katlanmalar yaparak çift zincirli yonca yaprağına benzer şekilde görülür (Görsel 1.16). Katlanmaların olduğu bölgelerde eşleşen nükleotitler arasında hidrojen bağları kurulur. tRNA'lar, küçük ve dayanıklı RNA molekülleridir. Tekrar tekrar kullanılabilir.



Görsel 1.16: tRNA'nın yapısı

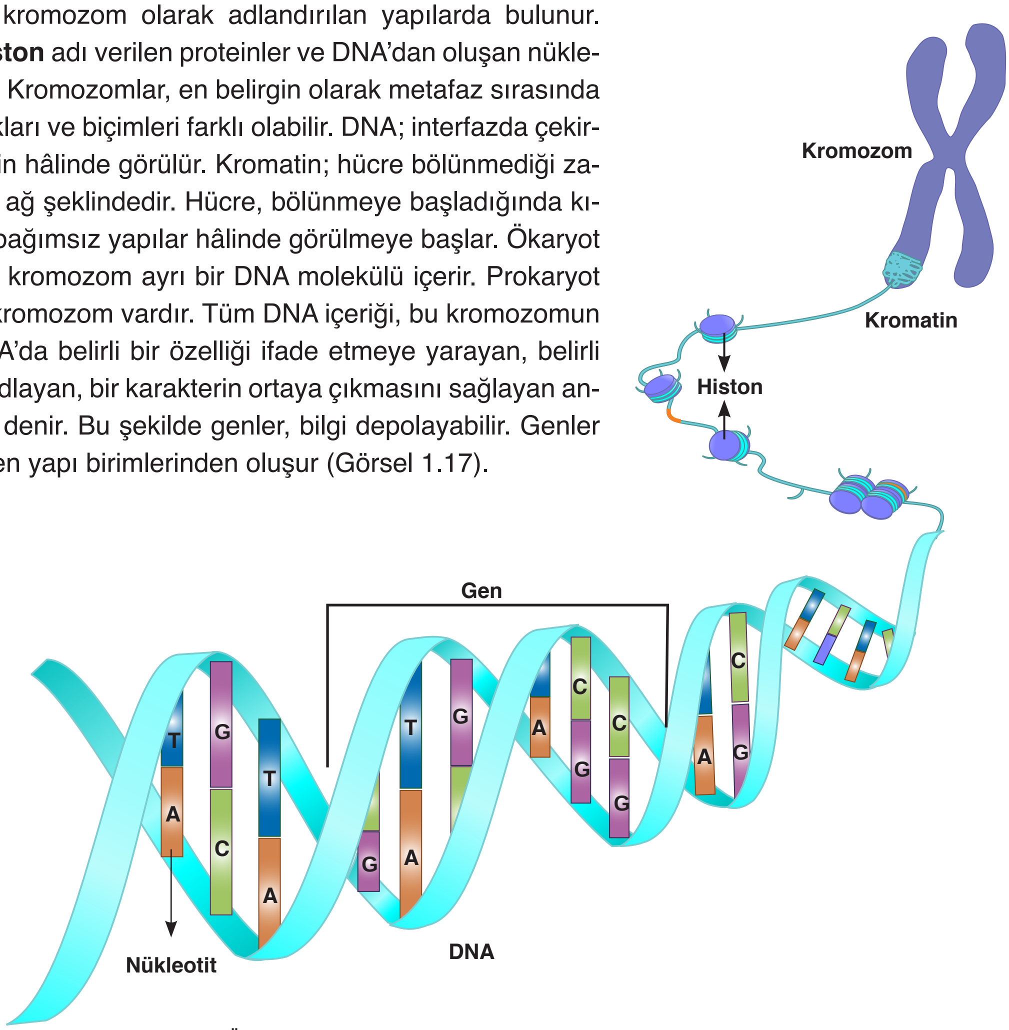
Canlı yapısında bulunan 20 çeşit amino asidin her birine özgü en az bir tRNA molekülü bulunur. Bu nedenle protein sentezinde 20 çeşit amino asidi ribozomlara taşıyan en az 20 çeşit tRNA görev alır. Her tRNA ancak bir çeşit amino asidin taşınmasını sağlar. Aynı amino asidin taşınmasında birden fazla çeşit tRNA molekülü görev yapabilir. tRNA'lar hücredeki toplam RNA'ların %15'ini oluşturur.

Ribozomal RNA (rRNA)

rRNA, ökaryot hücrelerde çekirdekçikte sentezlenir. Proteinlerle birlikte ribozomların yapısında bulunur. Bir ribozomun yapısının yaklaşık 2/3'si rRNA'dan meydana gelir. Her hücrede çok sayıda ribozom bulunduğu için rRNA, hücrede en çok bulunan RNA çeşididir. rRNA, hücredeki toplam RNA'ların %80'ini oluşturur. rRNA, ribozomlarda mRNA ve tRNA ile etkileşim kurar. Enzim gibi davranarak amino asitler arasında peptit bağı kurulmasında görev alır. Bu durum protein sentezinin gerçekleşmesini sağlar.

1.1.3. HÜCREDEKİ GENETİK MATERYALİN ORGANİZASYONU

Hücrelerde **DNA**, kromozom olarak adlandırılan yapılarda bulunur. **Kromozomlar**; **histon** adı verilen proteinler ve DNA'dan oluşan nükleoprotein yapılardır. Kromozomlar, en belirgin olarak metafaz sırasında görülebilir. Uzunlukları ve biçimleri farklı olabilir. DNA; interfazda çekirdek içinde, kromatin hâlinde görülür. Kromatin; hücre bölünmediği zaman ince, uzun ve ağ şeklindedir. Hücre, bölünmeye başladığında kısalıp kalınlaşarak bağımsız yapılar hâlinde görülmeye başlar. Ökaryot hücrelerde, her bir kromozom ayrı bir DNA molekülü içerir. Prokaryot canlılarda, tek bir kromozom vardır. Tüm DNA içeriği, bu kromozomun içinde yer alır. DNA'da belirli bir özelliği ifade etmeye yarayan, belirli bir çeşit proteini kodlayan, bir karakterin ortaya çıkmasını sağlayan anlamlı şifrelere **gen** denir. Bu şekilde genler, bilgi depolayabilir. Genler **nükleotit** adı verilen yapı birimlerinden oluşur (Görsel 1.17).



Görsel 1.17: Ökaryot hücrede genetik materyalin organizasyonu

EK BİLGİ

DNA üzerindeki genler, protein ve RNA genleri olmak üzere ikiye ayrılır. Protein genleri, mRNA şifreleyen genler olup proteinleri mRNA ara ürünü üzerinden sentezler. Oysa RNA genleri, rRNA ve tRNA'ları şifrelemektedir.

Genler, kendilerini kopyalayabilir. Gen, bir DNA parçası olduğuna göre DNA replikasyonu ile kopyalanabilir. Bu kopyalama sayesinde genler, yeni hücrelere aktarılabilir.

Genler, organizmada gerçekleşen tüm metabolik faaliyetler için gerekli bilgileri içeren birimlerdir. DNA molekülü, gen kısmındaki bilgiyi proteine dönüştürmek için aracı olarak RNA'yı kullanır. Ürettirdiği proteinlerle hücredeki metabolik faaliyetleri kontrol eder. DNA üzerinde bulunan genlerin ürünleri; protein, mRNA, rRNA ve tRNA'dır. Genler bu şekilde ifade edilebilir.

Genler, değişikliğe uğrayabilir. Genlerin değişikliğe uğramasına **mutasyon** denir. DNA'nın eşlenmesi sırasında hata oluşmasıyla mutasyonlar oluşur.

Genler, birkaç bin nükleotitten oluşabildiği gibi milyonlarca nükleotitten de oluşabilir.

ETKİNLİK

Etkinlik No.: 1.1

Etkinliğin Adı: Nükleotitten DNA ve kromozoma doğru genetik materyal organizasyonu

Etkinliğin Amacı: Nükleotitten DNA ve kromozoma doğru genetik materyal organizasyonunu gösteren model tasarlamak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Boncuk, tel, oyun hamuru, pipet, ataş, raptiye vb.
Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Kendi belirlediğiniz araç gereçleri kullanarak bir DNA modeli hazırlayınız.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.

Tartışma ve Sonuçlandırma

1. Hazırladığınız modeldeki kromozomun yapısında hangi moleküller vardır ve bunlar nasıl organize olmuştur? Bu moleküllerin görevleri nedir?

....
....
....

2. Diğer grupların yaptıkları modellerle kendi grubunuzun yaptığı modeli karşılaştırınız. Ne tür farklılıklar olduğunu tartışınız.

....
....
....

1.1.4. DNA REPLİKASYONU (DNA'NIN KENDİNİ EŞLEMESİ)

Canlıların bütün kalıtsal özelliklerinin DNA molekülünde bulunduğu daha önce belirtilmişti. Sağlıklı hücreler bölündüğü zaman kalıtsal özelliklerin hiçbir değişikliğe uğramadan yavru hücrelere eşit şekilde aktarılması gerekir. DNA molekülü, hücrelere eşit şekilde aktarılmasaydı ne gibi sonuçlar ortaya çıkardı? DNA'nın eşlenerek bir kopyasını oluşturmasına **replikasyon** adı verilir. Replikasyon sonucu oluşan DNA'lar, hücre bölünmesiyle kalıtsal özellikleri değişikliğe uğramadan eşit şekilde yavru hücrelere aktarır. Hücrede DNA replikasyonu, hücre bölünme evresi başlamadan interfazda gerçekleşir.

DNA, kendisini yarı korunumlu olarak eşler. İki zincirli sarmal DNA'nın her bir ipliğinin kalıp görevi yaparak kendine eş yeni bir DNA ipliği oluşturmasına **yarı korunumlu eşlenme** denir. Bu durumda her ana DNA molekülünden yeni oluşan DNA molekülleri, ana DNA'nın bir zincirini taşır (Görsel 1.18).



Görsel 1.18: DNA'nın yarı korunumlu eşlenmesi

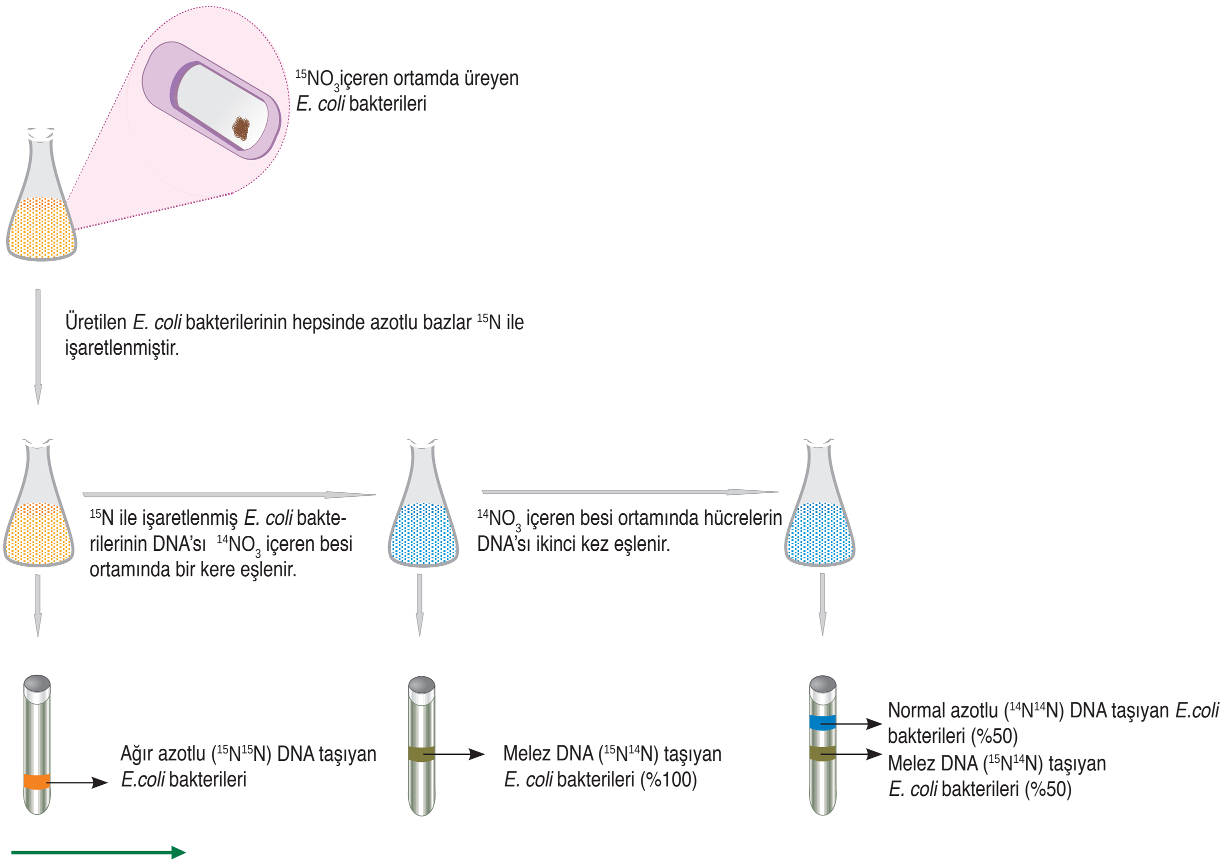
DNA'nın yarı korunumlu olarak eşlenmesini kanıtlayan deneyler, Matthew Meselson (Methiv Meselsın) ve Franklin Stahl (Franklin Sıtal) tarafından 1958 yılında yapılmıştır. Meselson ve Stahl, *Escherichia coli* (Eşherşiya koli) bakterileriyle yaptıkları deneyler sonucunda DNA molekülünün yarı korunumlu eşlendiğine dair kuvvetli kanıtlar ortaya koymuşlardır.

Meselson ve Stahl'ın yaptığı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

E.coli bakterilerinin azotun ağır izotopu olan ^{15}N içeren kültür ortamında birçok nesil boyunca çoğalmaları sağlanmıştır. Kültürdeki bakterilerin DNA'ları ayrıştırılıp santrifüj edildiğinde DNA'ların tüpün dip kısmında bir bant oluşturacak şekilde toplandığı görülmüştür.

DNA'larında ^{15}N bulunan bakteriler, ^{14}N içeren kültür ortamına bırakılmıştır. Birinci çoğalma sonucunda bakteri DNA'ları ayrıştırılıp santrifüj edildiğinde deney tüpünün orta kısmında bir bantlaşma olduğu gözlemlenmiştir. Orta kısımda bantlaşmanın nedeni, birinci bölünme sonucu meydana gelen bakteri DNA'larının %100 $^{14}N^{15}N$ (melez DNA) taşımasıdır.

Melez DNA'lı bakteriler, bir kez daha ^{14}N içeren ortama bırakılmıştır. İkinci çoğalma sonucunda bakteri DNA'ları ayrıştırılıp santrifüj edildiğinde deney tüpünün hem orta hem de üst kısmında bantlaşma olduğu gözlemlenmiştir. Üst ve orta kısımda ortaya çıkan bantlaşmanın nedeni, ikinci çoğalma sonucu meydana gelen bakteri DNA'larının %50 $^{14}N^{14}N$ (normal azotlu DNA) ve %50 $^{14}N^{15}N$ (melez DNA) taşımasıdır (Görsel 1.19).



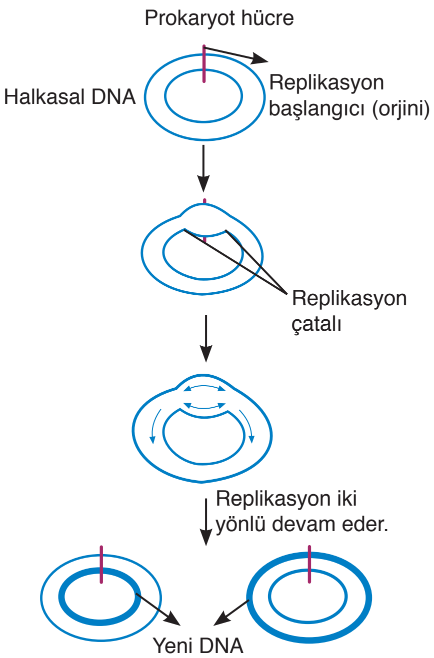
Görsel 1.19: Meselson ve Stahl'ın DNA'nın yarı korunumlu eşlendiğini kanıtlayan deneyi

DNA'nın kendini eşleyebilmesi için dört çeşit deoksiribonükleotit, DNA polimeraz, DNA ligaz, helikaz enzimleri, kalıp görevi görecek DNA, DNA polimeraz aktivitesi için de Mg iyonları gereklidir.

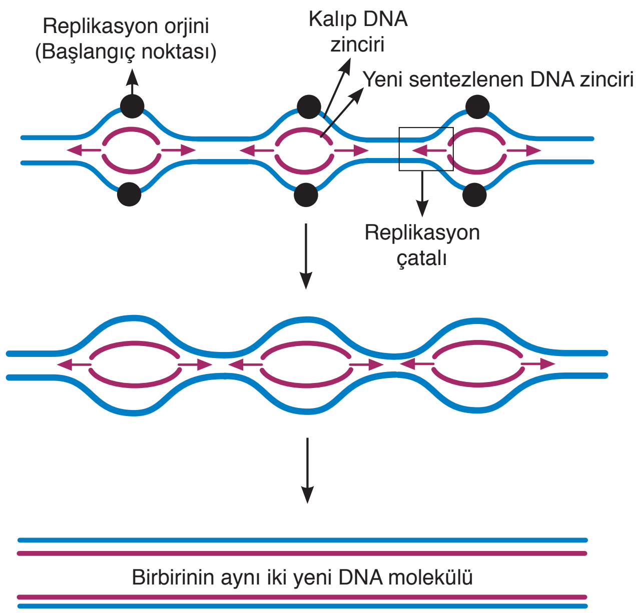
Hem prokaryot hem de ökaryot hücrelerde replikasyonun gerçekleşme şekli aynıdır. Replikasyon sürecini başlatan olay, replikasyon başlangıç noktalarının (replikasyon orjinlerinin) belirlenmesidir. Replikasyonun gerçekleştiği bölgelerde bir başlangıç bir de bitiş noktası vardır.

Replikasyon orjini, replikasyonun başlangıç noktasıdır. Replikasyon orjini belirlendikten sonra replikasyonun başlayabilmesi için DNA çift zincirinin açılması gerekir. Başlangıç noktasından iki zincir ters yönde ayrılmaya başladığında kromozom üzerinde **replikasyon çatalı** adı verilen bir yapı ortaya çıkar. Replikasyon çatalı, önce orjin noktasında meydana gelir ve replikasyon devam ettikçe ilerler.

Prokaryot hücrelerde yer alan halkasal DNA'da replikasyon için bir başlangıç bir de bitiş noktası bulunur. Prokaryotlarda replikasyon süreci iki yönlü devam eder (Görsel 1.20). Ökaryot hücrelerde ise DNA üzerinde çok sayıda başlangıç noktası vardır (Görsel 1.21). Ökaryotlardaki DNA moleküllerinin çok uzun olması ve DNA polimerazlarının nükleotit ekleme hızının prokaryot hücrelerdekinden daha düşük olması fazla sayıda replikasyon orjininin oluşturulmasına neden olur. Bu farklılık, DNA'nın kısa zamanda replikasyonunu sağlar.

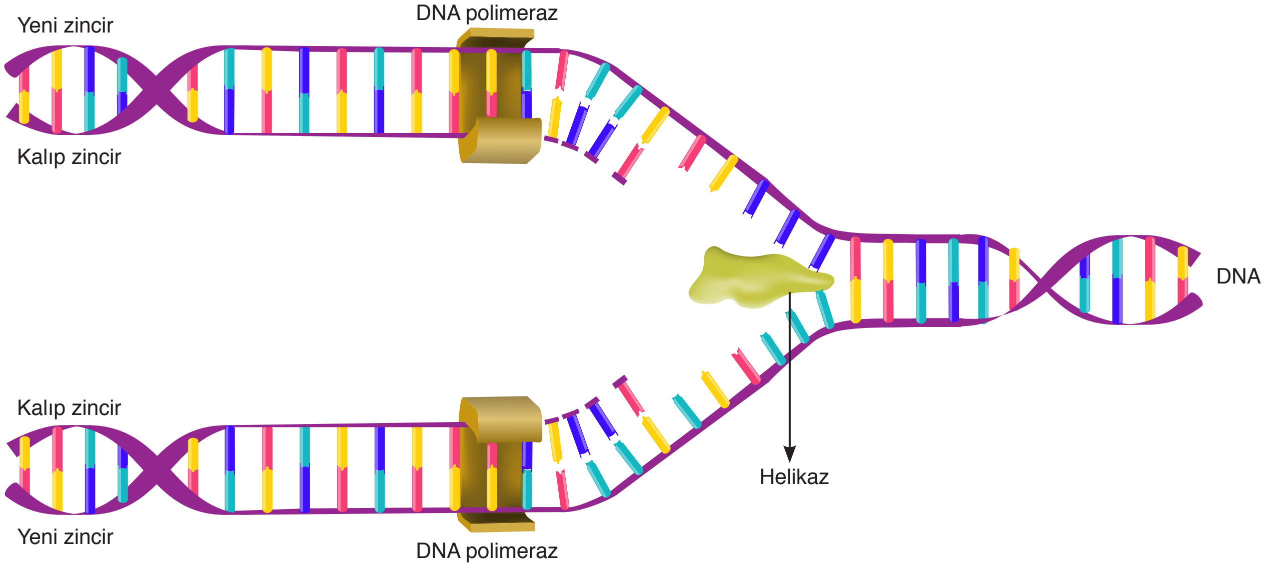


Görsel 1.20: Prokaryot hücrelerde replikasyon orjini ve replikasyon çatalı



Görsel 1.21: Ökaryot hücrelerde replikasyon orjini ve replikasyon çatalı

DNA replikasyonunda görev alan enzimler, DNA'nın çift sarmalını birbirinden ayırmak ve aynı anda kopyalamak için gereklidir. DNA replikasyonu sırasında DNA'nın her bir zinciri, yeni oluşturulacak zincirler için kalıp görevi yapar (Görsel 1.22).



Görsel 1.22: Ökaryot hücrelerde DNA'nın kendini eşlemesi

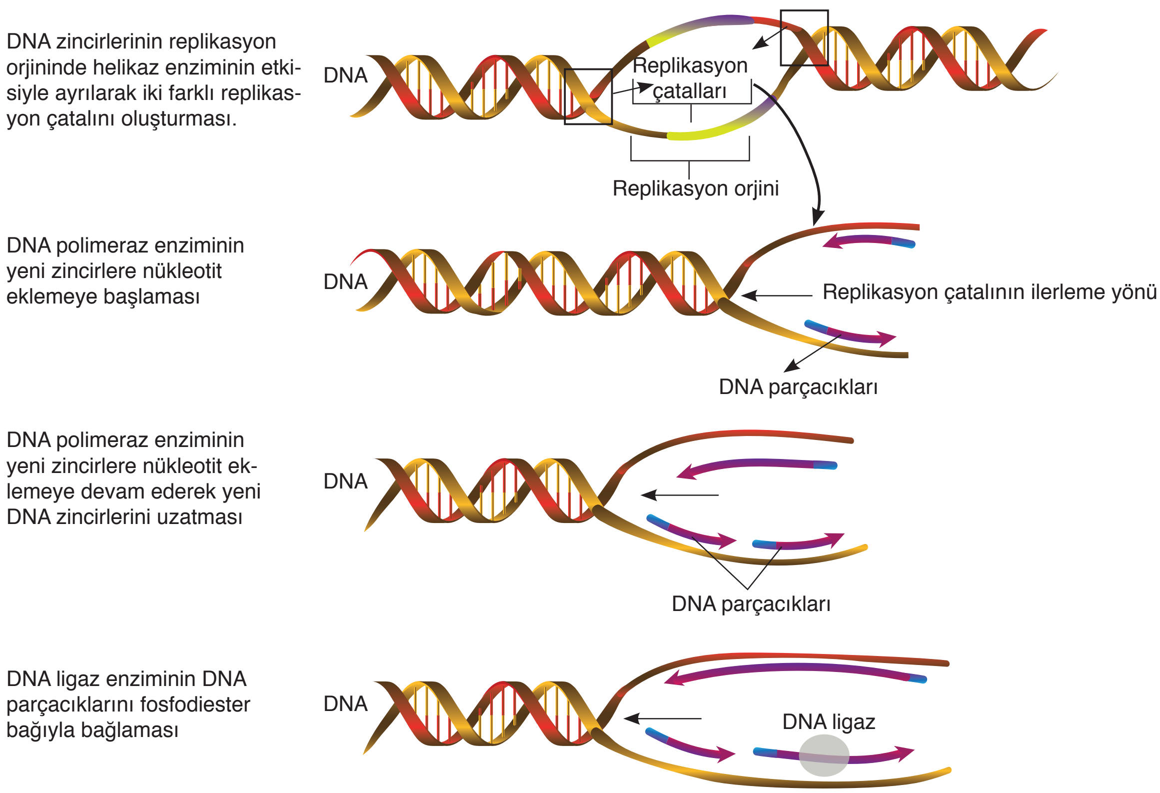
EK BİLGİ

DNA polimeraz, E. coli bakterisinde saniyede 700 - 1000'e yakın baz çiftini yeni sentezlenen ipliğe ekler. DNA polimeraz, her 10^7 nükleotitte bir hata yapar. DNA polimeraz bir kez de geri dönüp düzeltme yapabilir. Bu durum hataların kalıcı olmasını önler. Düzeltmeler sonrası hata oranı 10^9 nükleotitte bir hataya iner.

DNA'nın kendini eşlemesi için çift sarmal zincirlerin açılması gerekir. **Helikaz,** azotlu organik bazlar arasındaki zayıf hidrojen bağlarını koparak sarmal zincirleri birbirinden ayırır. Ayrılan zincirleri replikasyon sırasında kalıp zincir hâline getirir. Helikaz enziminin DNA zincirlerini açması sırasında ATP harcanır. Replikasyon olayı, helikaz aktivitesiyle oluşan replikasyon çatalının ana DNA molekülü boyunca replikasyon orjininden başlayarak ilerlemesiyle gerçekleşir.

DNA polimeraz, DNA sentezi sırasında yeni sentezlenecek zincirin ucuna nükleotit eklemesi yapar. DNA polimeraz, açıkta kalan baz uçlarına ortamda bulunan ve daha önce sentezlenmiş olan serbest nükleotitlerden uygun olanları eşleştirir. Eşleşme sırasında DNA polimeraz; adeninin karşısına timin, guaninin karşısına sitozin nükleotitini ekler. DNA polimeraz aktivitesi sonucunda iki tane çift zincirli DNA sentezlenmiş olur. DNA polimeraz, replikasyonda görevli olmasının dışında DNA ipliğinde meydana gelen hataların onarılmasında da rol oynar. DNA polimerazın varlığı, DNA ipliklerinde meydana gelen hataların yavru hücrelere aktarılma ihtimalini de azaltır (Görsel 1.23).

DNA replikasyonu sırasında oluşturulan DNA parçacıkları arasındaki boşluklar, **DNA ligaz** enzimleriyle kapatılır. Bu enzim, birbirlerini takip eden DNA parçacıklarını fosfodiester bağıyla birleştirir. Bağ kurulması sırasında ATP harcanır. DNA ligaz, tam bir zincir oluşumunu sağlayan enzimdir. Nükleotitlerin tamamı eşlendiğinde hücre içindeki bir DNA'dan iki DNA oluşur. Replikasyon sonucu oluşan DNA moleküllerinin her birinde eski DNA'ya ait (ana DNA) bir zincir ve yeni sentezlenmiş zincir bulunur.



Görsel 1.23: DNA replikasyonunda kalıp ipliğe uygun olarak yeni ipliklerin sentezlenmesi

ETKİNLİK: Soru

1. Ökaryot hücrelerde DNA replikasyonunda görev alan enzimler bir sütunda, enzimlerin işlevleri diğer bir sütunda verilmiştir. Buna göre uygun eşleştirmeyi yapınız.

1. DNA helikaz (.....)	a) Çift zincirli DNA sarmalının açılması
2. DNA ligaz (.....)	b) Yeni zincirlere nükleotit eklenmesi
3. DNA polimeraz (.....)	c) DNA parçacıklarının arasındaki boşluğun kapatılması

2. Ökaryot hücrelerde DNA replikasyonu sırasında gerçekleşen olaylar aşağıda numaralandırılarak verilmiştir. Buna göre olayları doğru şekilde sıralayınız.

1. Kromatin yapısının yeniden oluşması (.....)
2. Replikasyon orjinlerinin noktalarının belirlenmesi (.....)
3. DNA çift ipliğinin birbirinden ayrılması (.....)
4. Yeni sentezlenen DNA ipliklerinin birleştirilmesi (.....)
5. DNA polimeraz aktivitesi ile yeni ipliklerin sentezlenmesi (.....)

3. DNA'larında ^{15}N bulunan *E.coli* bakterileri ^{14}N içeren kültür ortamına bırakılarak bu bakterilerin üç kez çoğalmaları sağlanmıştır. Üçüncü çoğalma sonucunda bakteri DNA'ları ayrıştırılıp santrifüj edildiğinde $^{14}N^{14}N$ (normal azotlu) DNA taşıyan *E.coli* bakteri sayısının $^{14}N^{15}N$ (melez) DNA taşıyan *E.coli* bakteri sayısına oranı kaçtır?

....

....

....

OKUMA PARÇASI

AZİZ SANCAR

Aziz Sancar, Mardin'in Savur ilçesinde dünyaya geldi. İlk, orta ve lise eğitimini Mardin'de tamamladı. İstanbul Tıp Fakültesini birincilikle bitiren Sancar, iki yıl Savur'da bir sağlık ocağında hekimlik yaptıktan sonra NATO - TÜBİTAK bursu ile önce Johns Hopkins (Cons Hapkins) Üniversitesi, ardından Dallas Teksas Üniversitesi'ne gitti.

Dallas'ta üniversitenin moleküler biyoloji programında Sancar, Danışmanı Claud Rupert (Klaut Ripırt) ile fotoliyaz olarak adlandırılan bir geni klonlamış ve genetik mühendisliği ile bakterilerde çok yüksek oranlarda çoğaltmıştır. Bu genin kodladığı enzim, ultraviyole ışıkları ile haraplanan DNA'nın onarımını yapar. Bu buluş, Sancar'ın önce yüksek lisans, ardından doktora derecesi (1977) almasını sağladı.

DNA onarımı, hücre dizilimi, kanser tedavisi ve biyolojik saat üzerinde çalışmalarını sürdüren Sancar, 415 bilimsel makale ve 33 kitap yayınladı. Sancar, kanser tedavisinde sirkadiyen saat kullanımıyla ödüller almıştır. 2001 yılında Amerikan Kimya Cemiyeti tarafından verilen Kuzey Carolina (Karalayna) Seçkin Kimyager Ödülü'nü almaya hak kazanan Sancar, 2005 yılında bilim dünyasının en prestijli üyelikleri arasında yer alan ABD Ulusal Bilimler Akademisi'ne seçilerek bu akademiye seçilen ilk Türk oldu. Bu ödülü aldıktan sonra ABD'de okuyan Türk öğrencilere yardım etmek ve Türk Amerikan ilişkilerini geliştirmek amacıyla eşiyle Aziz ve Gwen (Givın) Sancar Vakfını kurarak ABD'nin Kuzey Carolina eyaletinde "Carolina Türk Evi" isimli bir öğrenci misafirhanesi açtı. 2006 yılında Türkiye Bilimler Akademisi'ne asli üye olarak seçildi.

Sancar, DNA'nın onarılması ile ilgili yaptığı çalışmalardan dolayı Amerikalı Paul Modrich (Pol Modriç) ve İsveçli Tomas Lindahl (Tomas Lindahıl) ile 2015 Nobel Kimya Ödülü'ne layık görüldü. Sancar'a, İsveç Kraliyet Bilimler Akademisi tarafından verilen Nobel Kimya Ödülü, Alfred Nobel'in (Alfired Nobel) ölüm yıldönümü olan 10 Aralıkta düzenlenen törende verildi. Ödül, İsveç Kralı XVI. Carl Gustaf (Karl Gustaf) tarafından takdim edildi.

Aziz Sancar "Beni ödüle götüren, Atatürk'ün ve Türkiye Cumhuriyeti'nin yaptığı eğitim devrimidir. Dolayısıyla bu ödülün sahibi Atatürk ve Türkiye Cumhuriyeti'ni temsil eden Anıtkabir Müzesi'dir." diyerek Nobel Ödülü ile madalya ve sertifikasını Anıtkabir'e teslim etmiştir. Ödül, Anıtkabir'deki Atatürk ve Kurtuluş Savaşı Müzesi'nde kendisine ayrılan özel alanda sergilenmektedir.

Prof. Dr. Aziz Sancar'ın hayat öyküsü hepimize örnek olacak mücadelelerle doludur. Bilim insanında olması gereken sabır, kararlılık, azim, iyi bir gözlemci olma ve çok çalışma gibi değerleri üzerinde taşıyan Aziz Sancar, Mardin'den başlayıp Nobel Ödülü almasına kadar giden bir başarının mimarı olmuştur. Aziz Sancar bir araştırıcı arkadaşı ile bilimsel buluşların manevi ve maddi değerlerini konuşuyordu. Arkadaşı Aziz Sancar'dan keşfine maddi bir değer biçmesini istedi. Aziz Sancar, "Sana on milyon dolar versek bu buluşu bir başkasına verir misin?" derlerse hiç düşünmeden "Yok." derim. Çünkü keşif her türlü maddi ödülün dışında bana nadiren bulabildiğim bir iç sükûnet vermiştir. Ayrıca, gelecek kuşak Türk araştırıcıları biyokimya ve moleküler biyoloji derslerinde bunu görüp "Bu keşfi bizden biri yaptı." diyebilecekler. Onlara bu güveni vermekle memleketime hizmet ettiğimi hissediyorum." dedi.



Bu sözleriyle manevi ve millî değerlerin paradan çok daha kıymetli olduğunu ortaya koydu.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik Dergisi 2015 Kasım sayısı, Aziz Sancar Poster

2. BÖLÜM

ANAHTAR KAVRAMLAR

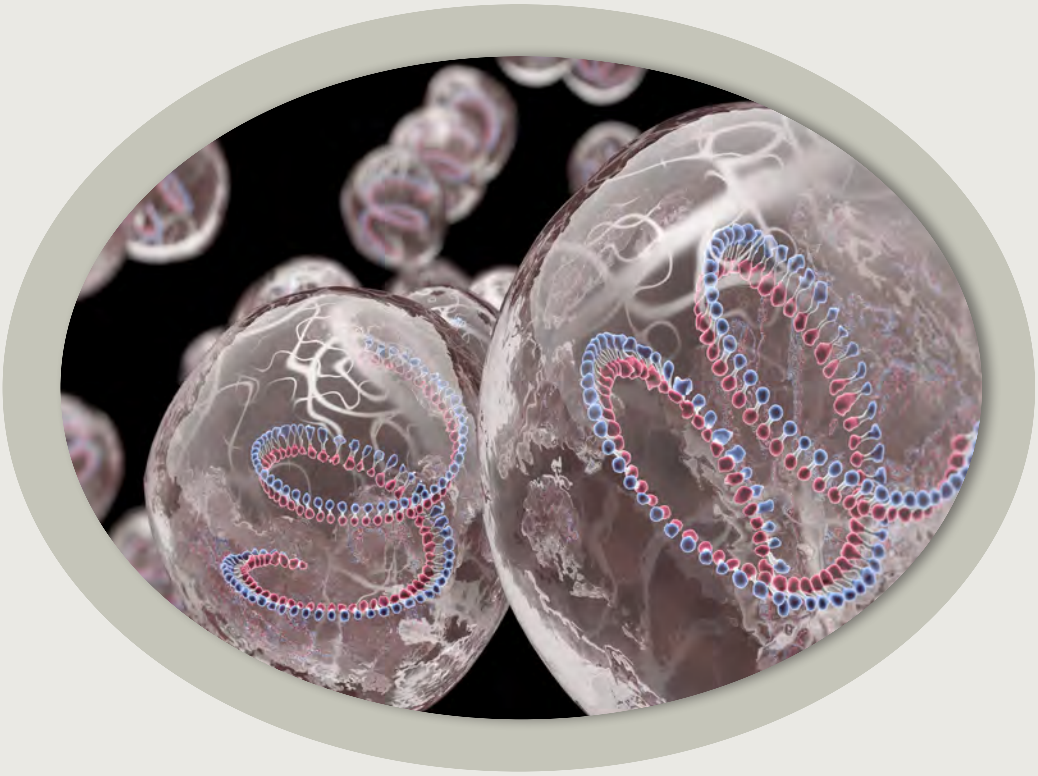
- ANTİBİYOTİK
- ANTİKODON
- BİYOETİK
- BİYOGÜVENLİK
- BİYOTEKNOLOJİ
- DNA PARMAK İZİ
- GEN TERAPİSİ
- GENETİK ŞİFRE
- GENETİK DANIŞMANLIK
- GENETİK MÜHENDİSLİĞİ
- İNSÜLİN
- KLONLAMA
- KOD
- KODON
- KÖK HÜCRE
- MODEL ORGANİZMA
- RNA POLİMERAZ
- PROTEİN SENTEZİ
- TRANSKRİPSİYON
- TRANSLASYON
- YAPAY DOKU/ORGAN

HAZIRLIK SORULARI

1. İnsan Genomu Projesi için birçok bilim insanı çok çalışarak büyük emek harcamakta, elde ettikleri yeni bilgileri dünya kamuoyu ile paylaşmaktadır. Bu konuda yapılan bilimsel çalışmalarla ilgili bilgilerden ne gibi faydalar bekleyebiliriz?

2. Bir fosil örneğinde çok az miktarda tespit edilen DNA örneğinin günümüzde bilinen canlıların DNA'sı ile karşılaştırılması mümkün müdür? Bu karşılaştırma ile ne gibi sonuçlara ulaşılabilir?

3. Biyoteknolojik çalışmaların yasalarla kontrol altında tutulmaya çalışılmasının nedenleri neler olabilir?



1.2. GENETİK ŞİFRE VE PROTEİN SENTEZİ

Haberleşmeye yarayan işaretler bütününe **şifre** denir. Örneğin yazı dili çeşitli toplumlar tarafından farklı zamanlarda bulunmuş bir şifre sistemidir.

Hücre içerisinde yaşamsal faaliyetlerin devamlılığını ve düzenini sağlayan şifreler, genlerde bulunur. Bilgilerin yazılımında 4 harfli bir alfabe kullanılır. Her bir harf bir nükleotit çeşidini ifade eder. Harflerle ifade edilen **genetik şifre (genetik kod)**; DNA veya mRNA'daki baz dizileri ve bu dizilere uygun şekilde sentezlenen proteindeki amino asitlerin dizilişindeki uyumu ifade eder. Genetik şifre, yeryüzündeki tüm canlılar için evrensel olan üçlü şifreler şeklindedir.

DNA, üç nükleotitten oluşan şifreler üretir. Şifreler; adenin, guanin, sitozin ve timin nükleotitlerinden oluşturulur. DNA üzerindeki bu üç nükleotitli şifreler, bir araya gelerek genleri oluşturur.

Canlı yapısında bulunan proteinlerin tümünün sentezlenebilmesi için 20 farklı amino asit gereklidir. 20 farklı amino asidi şifrelemek için en az 20 farklı şifre bulunmalıdır. Eğer her bir nükleotit, bir şifreyi ifade etseydi en fazla (4^1) 4 farklı şifre oluşurdu. Bu durum protein sentezi için gerekli olan 20 çeşit amino asidi şifrelemeye yetmezdi. Eğer şifreler, iki nükleotitten oluşsaydı en fazla (4^2) 16 çeşit amino asit için şifre üretilebilirdi. 20 çeşit amino asidin tamamı şifrelenemezdi. Sonuç olarak, 20 çeşit amino asidin tamamı ikiden fazla nükleotit taşıyan bir şifre sistemi ile kodlanabilir. Bu nedenle bir genetik şifre, 3 nükleotitten oluşmak zorundadır. Bu durum, toplamda (4^3) 64 çeşit şifrenin ortaya çıkması demektir. Bu sistem 20 farklı amino asidin rahatlıkla şifrelenebilmesini sağlar.

Genetik kod, DNA ya da mRNA'da **kodon** adı verilen ve üçlü nükleotit dizilerinden oluşan şifrelerle ifade edilir. Üç nükleotit içeren 64 özgül kodon ortaya çıkmıştır. mRNA'daki 64 çeşit kodondan üç çeşidi amino asit kodlamaz, bu kodonlara **durdurucu ya da sonlandırıcı kodon** adı verilir. Bu kodonlar, protein sentezini sonlandıran sinyallerdir. Geriye kalan 61 çeşit kodon, 20 farklı amino asidi şifrelemek için kullanılır.

20 çeşit amino aside karşılık şifrelemede 61 çeşit kodonun var olmasının nedeni ne olabilir? Bu durumun canlı için bir avantajı var mıdır?

Bazı amino asit çeşitlerinin birden fazla kodonu vardır. Örneğin serin amino asidi altı farklı kodon tarafından şifrelenebilir. Metiyonin ve triptofan amino asitleri ise tek bir kodonla şifrelenir. Amino asitlerin birden fazla kodon tarafından şifrelenebilmesi canlıyı olası mutasyonlara karşı koruyan önemli bir mekanizmadır. Örneğin serin amino asidini şifreleyen kodonlar mRNA'da **UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC**'dir. DNA'da **AGA** kodonuna sahip bir genden sentezlenen mRNA, **UCU** kodonunu taşır. Bu kodon serin amino asidini kodlar. Örneğin gende meydana gelen bir mutasyon sonucu **AGA** kodonu **AGG** kodonuna dönüşmüşse bu durumda genden sentezlenen mRNA'daki kodonda

UCC olmuştur. Mutasyon sonucu değişen mRNA kodonu da yine serin amino asidini şifrelediği için protein sentezi sırasında herhangi bir aksaklık ortaya çıkmamıştır.Yani canlıda bu mutasyon etkisini göstetrememiştir.

DNA'daki bir kodon, bir amino asidi şifreler. Örneğin DNA' daki karşılığı **TAA** olan kodon, mRNA'ya **AUU** kodonu olarak aktarılır. Bu kodon izolösin amino asidini şifreler. Kodonlara uygunluk gösteren tRNA'daki üçlü nükleotit dizisine **antikodon** adı verilir. İzolösin amino asidine uygunluk gösteren antikodon şifresi **UAA**'dır. Protein sentezi sırasında durdurucu kodonlara karşılık amino asit ve tRNA gelmez.

Protein sentezi, aynı zamanda metiyonin amino asidini de şifreleyen **AUG** kodonu ile başladığından bu kodona **başlama kodonu** adı verilir. **UAA, UAG, UGA** ise durdurma kodonu olarak ifade edilir. mRNA'daki kodonlar ve şifreledikleri amino asitler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1: Kodonlar ve Kodonların Şifrelediği Amino Asitler

	İkinci Baz sırası								
Birinci Baz sırası	U (Urasil)		C (Sitozin)		A (Adenin)		G (Guanin)		**Üçüncü Baz sırası**
U	UUU	Fenilalanin	UCU	Serin	UAU	Tirozin	UGU	Sistein	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	Lösin	UCA		UAA	Durdurma kodonları	UGA	Durdurma kodonu	A
	UUG		UCG		UAG		UGG	Triptofan	G
C	CUU	Lösin	CCU	Prolin	CAU	Histidin	CGU	Arjinin	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	Glutamin	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	İzolösin	ACU	Treonin	AAU	Asparajin	AGU	Serin	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	Lizin	AGA	Arjinin	A
	AUG	Metiyonin Başlama kodonu	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	Valin	GCU	Alanin	GAU	Aspartik asit	GGU	Glisin	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	Glutamik asit	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

1.2.1. PROTEİN SENTEZİ

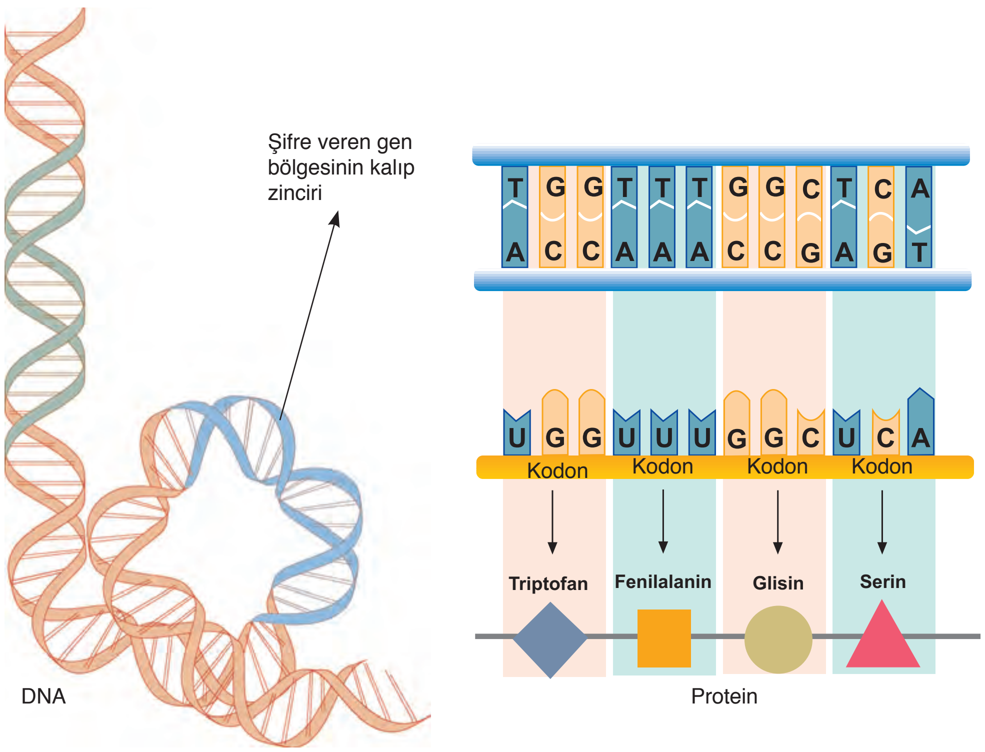
DNA, protein sentezinde rol oynayan RNA moleküllerini ve dolayısıyla protein sentezini şifreleyerek canlıya özgü özelliklerin ortaya çıkışını sağlar.

Transkripsiyon, DNA'nın bir ipliğinin üzerindeki kodonlara uygun olarak mRNA sentezlenmesidir. DNA üzerindeki genden transkripsiyonla sentezlenen mRNA, sentezlenecek proteinin amino asit dizilişini belirler. DNA üzerindeki gende sadece bir zincir, RNA nükleotit dizisinin sentezlenmesinde iş görür. Kalıp olarak kullanılan DNA zinciri, **anlamlı zincir** olarak ifade edilir. Anlamlı zincirin karşısında anti paralel uzanan DNA zinciri ise **tamamlayıcı zincir** olarak adlandırılır.

Karekod 1.1
Protein sentezi

Transkripsiyon olayında **RNA polimeraz** enzimi DNA’nın ilgili gen bölgesini açarak anlamlı zincirin karşıtı olarak mRNA’nın sentezini gerçekleştirir. Sentez tamalandıktan sonra RNA polimeraz ilgili gen bölgesini tekrar sarmal hâle getirir. Transkripsiyon sırasında mRNA’da adeninin karşısına timin yerine urasil gelir (Görsel 1.24). Üretilen mRNA, genin ifade ettiği proteinin güvenilir bir yazılımıdır. Bu yüzden transkripsiyon şifrenin yazılımı şeklinde ifade edilir. Sentezlenen mRNA, genetik bilgiyi DNA’dan ribozomlara taşır. mRNA daha sonra rRNA içeren ribozomlarla birleşir. Böylece genetik şifre ribozomlara taşınır. tRNA molekülleri de uygun amino asitleri protein sentezinde kullanmak üzere ribozoma taşır. Her bir tRNA molekülü, mRNA üzerinde bulunan kodonun tamamlayıcısı olarak görev yapan antikodon bölgesi taşır.

mRNA’daki kodonların tanınması tRNA’daki antikodon bölgeleri tarafından gerçekleştirilir. Amino asit molekülleri, özel bir enzim ve ATP yardımıyla aktifleştirilir. Aktifleşen amino asitler kendisine uygun olan tRNA’lara bağlanır. Amino asit bağlayıcı enzim her bir amino asit için farklıdır. Sadece o amino asit ve o amino asidin bağlanacağı tRNA’yı tanır.



Görsel 1.24: Transkripsiyon

Bir tRNA’nın antikodonu, mRNA’daki uygun kodonla birleşir. Her bir tRNA molekülüne sadece tek bir amino asit molekülü bağlanabildiği için bir kodon bir amino asidi şifreler.

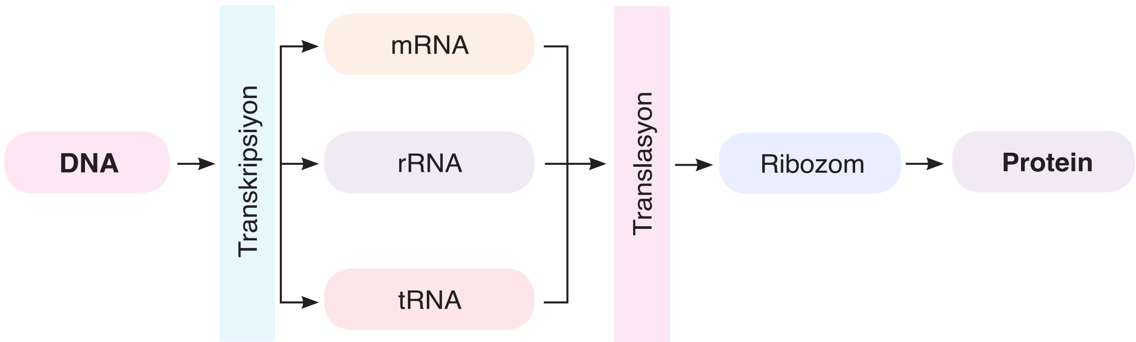
Translasyon, mRNA yönetiminde gerçekleşen protein sentezidir. Translasyon olayında mRNA molekülündeki genetik bilgi, proteinin amino asit dizisinin belirlenmesiyle okunmuş olur. Okumanın yapıldığı yer ribozom organelidir.

Ribozomlar, amino asitlerin mRNA'daki genetik bilgiye göre birbirlerine bağlanarak protein hâline gelmesini sağlayan organellerdir. Protein sentezlenirken kodonların okunması başladığında kodonlar arasında atlama olmaz. Translasyon işlemi, durdurucu kodon gelene kadar devam eder. Genetik bilginin proteine dönüştürülme süreci, ökaryot ve prokaryot hücrelerde farklılıklar gösterir. Prokaryot hücrelerde transkripsiyon ve translasyon olayları, sitoplazmada gerçekleşir. Ökaryot hücrelerde ise transkripsiyon işlemi çekirdeğin içinde, mitokondrinin matriksinde ve kloroplastın stromasında gerçekleşir. Daha sonra çekirdeğin içinde üretilen mRNA, translasyon olayını gerçekleştirmek için sitoplazmaya geçer (Görsel 1.25).

EK BİLGİ

Ribozomlar, protein sentezi sırasında tRNA antikodonlarının mRNA kodonları ile özgül çift oluşturmasını kolaylaştırır.

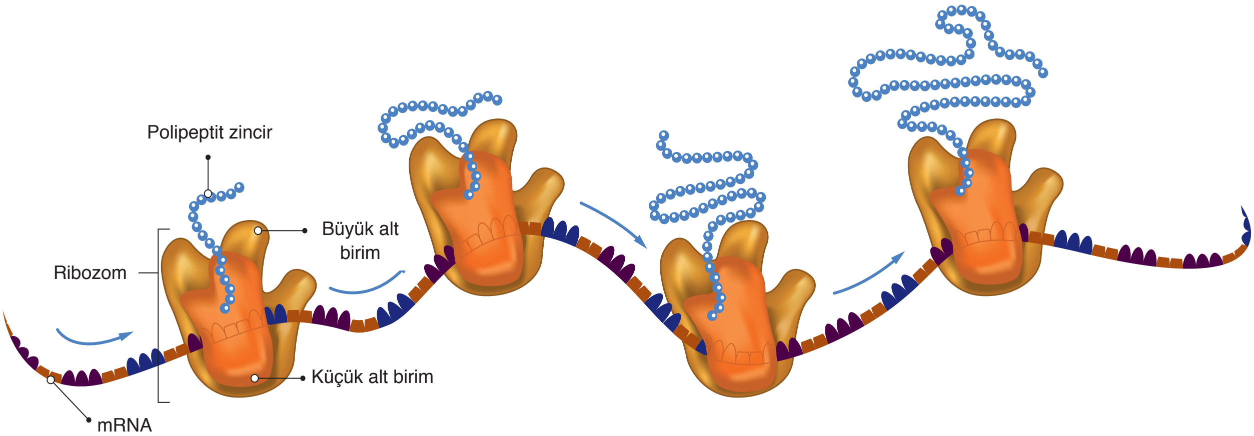
Bir protein zincirinin sentezlenmesi **AUG** kodonu tarafından şifrelenen metiyonin amino asidiyle başlatılır. Daha sonra diğer amino asitler, protein zincirine mRNA'daki kodon sırasına göre eklenir. tRNA molekülleri sayesinde zincire yeni amino asitlerin eklenmesi sağlanır. mRNA'daki kodonlar okunurken tRNA'lar tarafından taşınan amino asitler birbirine peptit bağıyla bağlanarak polipeptit zincirine eklenir. **UGA, UAG** veya **UAA** gibi durdurma kodonlarından herhangi biri protein sentezini tamamlatır.



Görsel 1.25: Transkripsiyon ve translasyon

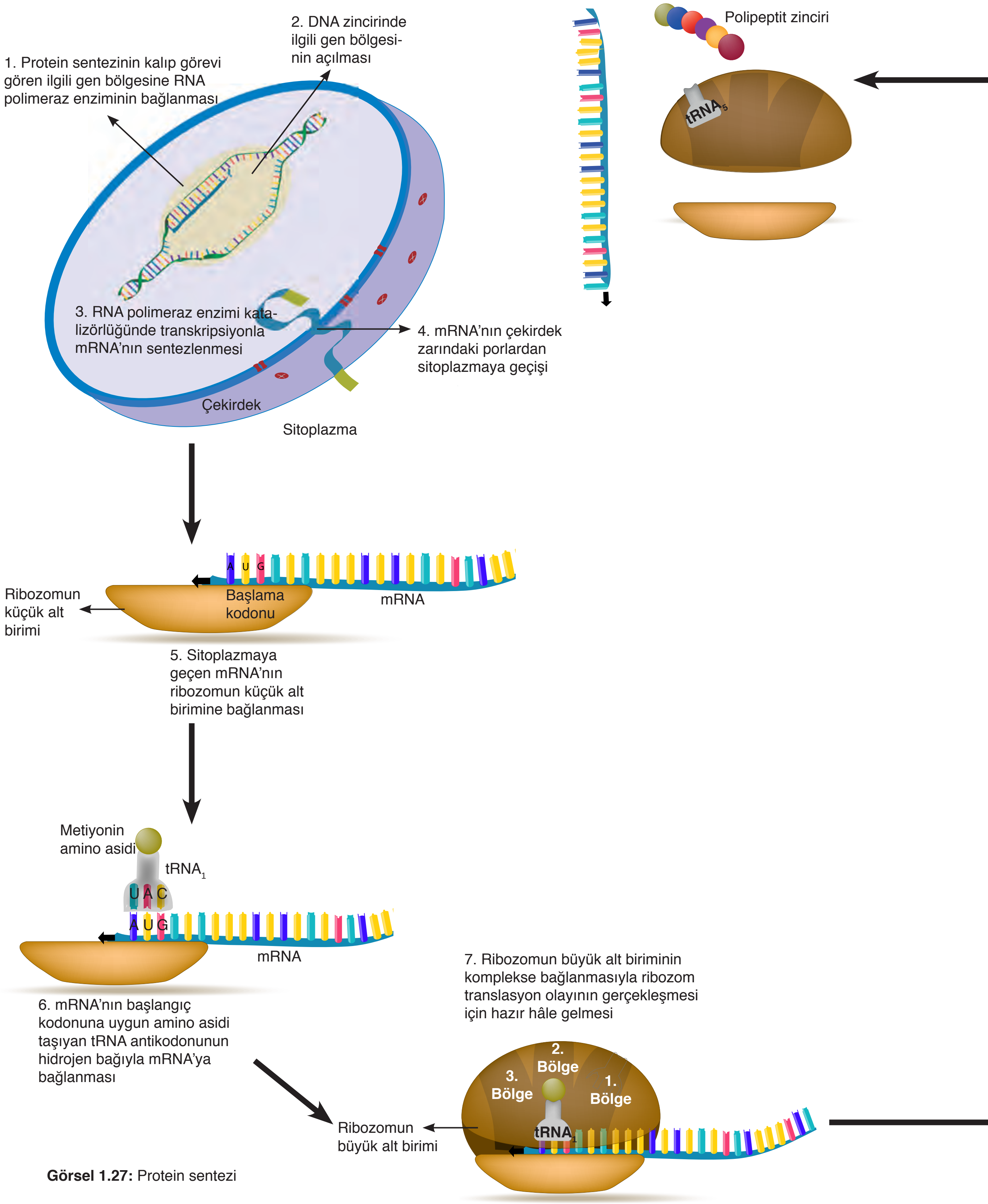
Poliribozom (Polizom)

Poliribozom ya da polizomlar, bir mRNA üzerine birden fazla ribozomun tutunmasıyla oluşan yapılardır. Polizomlar sayesinde aynı çeşit proteinden kısa sürede ve çok miktarda üretilebilir (Görsel 1.26).

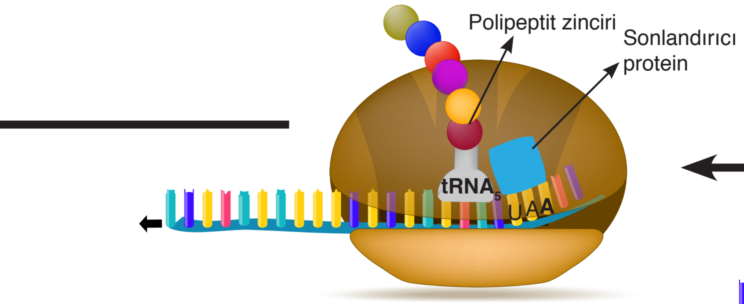


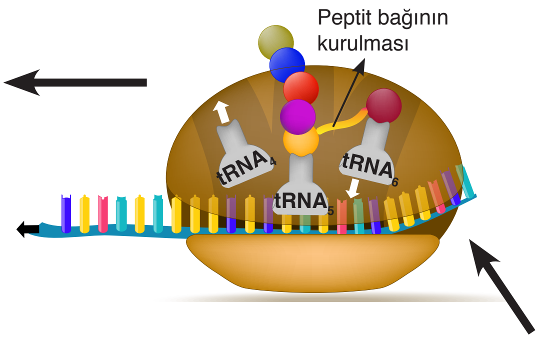
Görsel 1.26: Polizomda protein sentezi

Aşağıda protein sentezi ile ilgili infografik verilmiştir (Görsel 1.27).

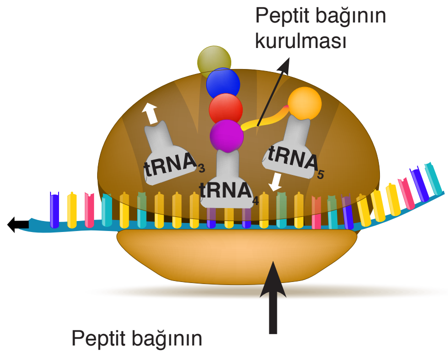


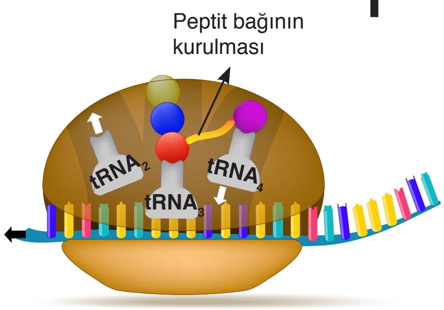
Görsel 1.27: Protein sentezi

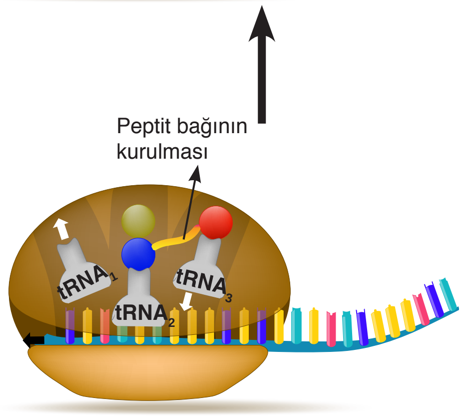


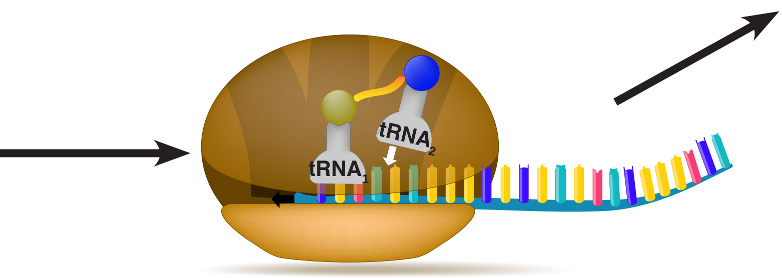


9. Protein sentezinin sonlandırıcı sinyalleri 1. bölgedeki UAG, UAA, UGA üçlü kodonlarından biridir. Bu kodonların belirlediği hiçbir amino asit yoktur. Bu kodonlara uygun bir tRNA bulunmaz. Durdurucu kodonlara sonlandırıcı protein bağlanır. Bu protein, polipeptit zinciri ile tRNA arasındaki bağı kopararak polipeptit zincirinin ribozomdan ayrılmasını sağlar. Daha sonra tRNA ribozomdan ayrılır. mRNA'nın ayrılmasıyla ribozomun alt birimleri de birbirinden ayrılır ve protein sentezi tamamlanır.









8. Ribozomun 1. bölgesinde mRNA kodonu ile uygun amino asiti taşıyan tRNA antikodonu hidrojen bağları yapar.

Büyük alt birimde bulunan rRNA molekülü, 1. bölgedeki amino asitle 2. bölgedeki uzayan polipeptit arasında peptit bağı kurulmasını sağlar. mRNA'nın kaymasıyla 1. bölgedeki tRNA 2. bölgeye, 2. bölgedeki de 3. bölgeye (çıkış bölgesi) hareket eder ve ribozomu terk eder. Sonrasında 1. bölgeye okunacak yeni bir tRNA gelir.

ETKİNLİK: Soru

1. Ökaryot hücrede bir genin anlamlı DNA dizisi **ATG GCA TCA GCT ACA** ise

a) Okunmayan tamamlayıcı zincirdeki DNA dizisini yazınız.

....

b) Anlamlı zincire göre sentezlenen mRNA kodonlarını yazınız.

....

2. DNA'daki bir genin üç kodonunun nükleotit dizisi **TCA AAA AGA** ise bu üç kodunun kalıp olarak kullanılmasıyla elde edilen mRNA'daki kodon dizisini ve bu kodonlarla eş yapacak tRNA üzerindeki antikodon dizilerini yazınız.

....
....
....
....

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 1.2

Etkinliğin Adı: Protein sentezi

Etkinliğin Amacı: Protein sentezini kavrayabilmek

Etkinliğin Süresi: 1 hafta

Araç Gereç: Kendi belirlediğiniz araç gereci kullanınız.

Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Protein sentezi ile ilgili resim, video ve animasyon gibi görsel materyallerden yararlanarak sunu hazırlayınız.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.

Tartışma ve Sonuçlandırma

1. Protein sentezinde rol alan RNA çeşitlerinin görevleri nelerdir?

....
....

2. Diğer grupların hazırladığı sunularla kendi grubunuzun yaptığı sunuları karşılaştırınız. Ne tür farklılıklar oluştu? Yazınız.

....
....

OKUMA PARÇASI

İNSAN GENOMU VE HASTALIKLAR

Obezite Geni

Aşırı kilo alımına yol açan ve erken ölüme sebep olan "obezite" hastalığı, özellikle ilerlemiş ülkelerde giderek yaygınlaşıyor. Çocukluk yıllarında başlayan fazla kilo alma eğilimi giderek artıyor ve kişiler üç rakamlı kilolara çıkıyor. Son yıllarda ülkemizde de en yaygın toplum sorunlarından birinin obezite olduğu düşünülüyor. Son yıllarda yapılan çalışmalar sonucunda obezitenin genetik altyapısı da bulundu. İngiltere'nin Cambridge (Kimbriç) Üniversitesi öğretim görevlisi Dr. Sadaf Farooqi (Sadaf Faruki), 16 yaşındaki aşırı kilolu bir çocukta *POMC* geninde obeziteye yol açan yeni bir mutasyon saptadı. Bu mutasyon, beyindeki doyma merkezini uyaran *alfa - MSH*'nin (melanin stimülan hormon) yeteri kadar oluşmamasına yol açıyor ve buna bağlı olarak doyma duygusu tam olarak gerçekleşmiyor. Bunun sonucu çok aşırı bir kilo alımı ortaya çıkıyor. Araştırmacılar, bu tür bilgiler sayesinde obezitenin sebebinin anlaşılıp tedavisinin daha etkili bir şekilde yapılacağını belirtiyorlar. Obezite araştırmalarında atılan bir diğer olumlu adım da vücut hücrelerinin yağları nasıl depoladığının ortaya çıkarılması oldu. Bu yeni buluş, tüm dünyada en büyük sağlık sorunlarından biri hâline gelen obezite için daha başka tedavi yöntemleri bulunmasını sağlayabilecek. ABD'deki **Yeshiva (Yeşiva) Üniversitesi Albert Einstein (Albert Aynştayn) Tıp Fakültesi**'nden araştırmacılar, yağın ince bir fosfolipit ve protein tabakası içinde depolanıp sıvı damlalar hâlinde gelişini "*FIT1*" ve "*FIT2*" adlı iki genin kontrol ettiğini gözlemledi. Bu süreç, hücrelerin yağı enerji kaynağı olarak kullanabilmesini sağladığı için çok önemlidir. Ancak fazla yağ depolanması durumunda obezite ortaya çıkmaktadır. Obeziteyle mücadele için bireylerin yemek yeme davranışlarını kontrol etme ve bu davranışlarının sorumluluğunu alabilmeleri gerekmektedir. Obezite tedavisi gören bireylerin ideal kilolarına dönüş sürecinde aile bireyleri ve arkadaşlarından destek alarak azimli bir şekilde tedavi sürecini tamamlamaları gerekir.

Kalp Krizi Geni

Kalp damar hastalıkları, birçok ülkede en sık ölüm sebebi olarak gösteriliyor. Kalbi besleyen koroner damarların içlerinin kolesterol plaklarıyla kaplanarak damarın tıkanması "koroner damar hastalığı" olarak biliniyor. Koroner damarların tıkanması, o damarın beslediği kalp kaslarının ölümüne yol açıyor. Ölen kalp hücrelerinin sayısı ve yerine bağlı olarak kalp krizi riski bulunuyor. Kalp krizine bağlı ölümler ülkemizde ilk sıralarda yer alıyor. Bu hastalık; yaş, cinsiyet ve yaşam tarzıyla yakından bağlantılıdır. Yüksek tansiyon ve kanda yüksek oranda yağ seviyesi, koroner damar hastalığına yakalanma riskini artırıyor. Bazı ailelerin fertleri arasında çok sıklıkla bu hastalık görülürken bazı ailelerde ve toplumlarda neredeyse hiç görülmüyor. Hastalığın genetik temeli üzerinde araştırma yapan bilim insanları, koroner damar hastalığını yapan 250'den fazla gen olduğunu düşünüyor. Kan kolesterol düzeyini artıran apolipoprotein *C - III (apoC - II)* geninin de koroner damar hastalığının oluşumunu artırdığı düşünülüyor.*(IL) - 1* genleri ve *TNF--* genindeki mutasyonların da kalp damarlarının tıkanmasıyla bağlantılı olduğu gösterildi. Ancak koroner damar hastalığına yol açtığı kesin olan genin ilk olarak bulunması 2003 yılında oldu. Science (Sayns) Dergisinde yayınlanan bir makalede **Topol (Topol)** ve **Wang (Vank)**, *MEF2A* genindeki 21 baz çiftinde meydana gelen mutasyonun koroner damar hastalığına yol açtığını gösterdi. On beş numaralı genin *q26* bölgesinde bulunan bu gen, koroner damar hastalğına yol açtığı kesinleşen ilk gen oldu. Son yıllarda koroner damar hastalığına yol açan diğer genler de yoğun bir şekilde araştırılıyor.

Kalp krizi geçiren bir insana sadece ilk yardım eğitimi almış kişiler müdahale etmeli ve hemen 112 acil servis aranmalıdır.

Bilim ve Teknik Dergisi 2008 Şubat sayısı, sayfa 37

1.2.2. GENETİK MÜHENDİSİLİĞİ VE BİYOTEKNOLOJİ

İnsanların en büyük hayali, sağlıklı ve uzun bir ömür sürmektir. İnsanların ortalama 150 yıl yaşadığını, 90 yaşında futbol oynayabildiğini, mikrobik hastalıkların ve bunlara bağlı ölümlerin tarihe karıştığını, genetik hastalıkların doğmadan önce yok edilebildiğini hayal ediniz. Bu hayaller gerçeğe dönüşebilir mi? Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji, bu hayalleri gerçeğe çevirebilmek için bilimsel çalışmalar yapmaktadır.

Canlıların kalıtsal özelliklerini değiştirerek onlara yeni işlevler kazandırılmasına yönelik çalışmalar yapan bilim dalına **genetik mühendisliği** denir. Genetik mühendisliği; nükleotitlerin dizilişlerinin belirlenmesi, genlerin izole edilip çoğaltılması, bir canlıdan diğerine gen aktarılması gibi çalışmalarla uğraşır.

Biyoteknoloji, organizmaların ve bileşenlerinin faydalı ürünler elde etmek için kullanıldığı uygulamaların tümüdür. Bu nedenle biyoteknoloji her türlü mühendislik bilgisini biyolojiye uyarlamaya çalışır. Biyoteknoloji sayesinde şeker hastalığı, kanser, AIDS gibi hastalıklara ve büyüme yetersizliği gibi problemlere çareler aranmakta; ayrıca bu sayede hasar görmüş sinir hücreleri onarılmaya, bulaşıcı hastalıklara karşı koyacak özel proteinler üretilmeye çalışılmaktadır. Üretilen özel mikroorganizmalarla günümüzün en önemli sorunlarından biri olan organik atıklara bağlı çevre kirliliği, kontrol altına alınmaya başlanmıştır.

Genetik mühendisliği, kalıtsal materyal olan DNA'nın yapısında oluşturulabilecek değişiklikleri ve bunların nasıl yapılacağını açıklayan uygulamaları konu edinirken; biyoteknoloji, genetik mühendisliğinin sağladığı bilgilerle canlılardan ekonomik değeri yüksek ürünler elde etmeyi amaçlar. Bu şekilde tarım ve hayvancılık, endüstri, tıp ve eczacılık gibi alanlarda önemli ürünler elde edilmiştir.

Biyoteknolojinin en büyük hedeflerinden biri de insanların daha iyi şartlarda yaşayabilmesini sağlamaktır. Bu nedenle biyoteknoloji; organizmaları, onların ürünlerini biyolojik sistemlerde kullanarak insanlığa faydalı sonuçlar elde etmeye çalışır. Bu amaçla biyoteknoloji; mikrobiyoloji, biyokimya, moleküler biyoloji gibi birçok farklı bilim dalını bünyesinde toplar (Görsel 1.28 a, b).



Görsel 1.28: Biyoteknolojik çalışma yapan bilim insanları

Biyoteknoloji ve genetik mühendisliği kavramları zaman zaman karıştırılır. Oysa bu iki kavram birbirinden farklıdır. Genetik mühendisliği, kalıtsal materyal olan DNA'nın yapısında oluşturulabilecek değişiklikleri ve bunların nasıl yapılacağını açıklayan uygulamaları konu edinir. Biyoteknoloji ise genetik mühendisliğinin sağladığı bilgilerle canlılardan ekonomik değeri yüksek ürünler elde etmeyi ve bunları pazarlamayı amaçlar.

Örneğin bakterilerden elde edilen proteaz (proteinleri parçalayan enzim) ve lipaz (yağları parçalayan enzim) gibi enzimler geçmiş yıllarda deterjanlarda aktif madde olarak kullanılmaktaydı. Ancak bu deterjanlarla temizlenen çamaşırları giyen veya eşyaları kullanan insanların çoğunda alerjik sorunlar ortaya çıkmıştır. Sonraki yıllarda genetik mühendislerinin çalışmaları ile insanlardan bakterilere proteaz ve lipaz enzimlerini üretecek genler transfer edilmiş, antialerjik enzim üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen enzimler, çeşitli temizlik ürünlerine ilave edilerek insanların kullanımına sunulmuştur. Bu durum gösteriyor ki genetik mühendisliğinin pratikte uygulama şekli biyoteknoloji olarak ifade edilebilir.

Önceleri birkaç basit araştırmayla başlayan biyoteknoloji, günümüzde önemli bir sektör hâline gelmiştir. Dünyadaki birçok ülke, biyoteknolojik araştırmalar ve buna bağlı olarak üretilen yeni ürünlerle biyoteknoloji pazarına hâkim olma konusunda birbirleri ile yarış içine girmiştir.

Biyoteknoloji, genetik mühendisliğinin yöntemlerini araç olarak kullanır. İnsülin, kalsitonin ve büyüme hormonunu çok miktarda ve ucuza üretmek biyoteknolojinin amaçlarından biridir. Bunun için genetiği değiştirilmiş organizmalardan yararlanır.

Genetiği değiştirilmiş organizma üretmek yani bir türden başka bir türe gen aktarımı yapmak, genetik mühendisliği çalışmalarıyla mümkün olmaktadır. Biyoteknoloji, genetik mühendisliği çalışmaları sonucu ivme kazanmış bu sayede insanlığa faydalı birçok ürün bol miktarda ve daha kolay üretilmeye başlanmıştır.

Genetik mühendisliği çalışmaları ile elde edilen canlıların ve onlara ait ürünlerin ekonomik anlamda değerlendirilmesi biyoteknoloji sayesinde olmaktadır. Biyoteknolojiye yeterince önem vermeyen ülkelerin kısa zamanda çağın gerisinde kalacağı unutulmaması gereken bir gerçektir.

Biyoteknolojinin dünyada gitgide artan stratejik önemi ve bu alanda yaşanmakta olan gelişmeler göz önüne alınarak ülkemiz biyoteknoloji sektörünün sürdürülebilir ve etkili bir yapıya kavuşturulmasını sağlamak üzere "Türkiye Biyoteknoloji Strateji ve Eylem Planı" hazırlama çalışmaları başlatılmıştır. Türkiye Biyoteknoloji Strateji ve Eylem Planı çalışmaları 3 Nisan 2013'te Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) ile iş birliği içerisinde düzenlenen "Türkiye Biyoteknoloji Sektör Strateji ve Eylem Planı Odak Grup Çalıştayı" ile başlamıştır. Bu çalıştaya biyoteknoloji alanında çalışan akademisyenler, özel sektör temsilcileri ve sivil toplum kuruluşları katkı sağlamıştır.

ARAŞTIRMA

Genetik mühendisliği çalışmaları yeterince yapılmamış olsaydı biyoteknolojik ürün çeşitleri bu kadar fazla olur muydu? Araştırınız.

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 1.3

Etkinliğin Adı: Genetik mühendisliği ve biyoteknolojinin karşılaştırılması

Etkinliğin Amacı: Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji arasındaki farkların tartışılmasını sağlamak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Kendi belirlediğiniz araç gereci kullanınız.

Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Biyoteknoloji ve genetik mühendisliği uygulama alanlarını araştırınız ve sunu hazırlayınız.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.

Tartışma ve Sonuçlandırma

1. Hazırladığınız görsel sunuları sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Genetik mühendisliğinin hangi çalışmaları biyoteknolojik çalışmalara ivme kazandırmıştır?

....

....

3. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji arasındaki farklar nelerdir?

....

....

1.2.3. GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE BİYOTEKNOLOJİ UYGULAMALARI



Görsel 1.29: Kefir klasik biyoteknoloji ürünüdür.

Biyoteknoloji, klasik ve modern biyoteknoloji olmak üzere ikiye ayrılır. Biyolojik sistemler yardımıyla ham maddelerin yeni ürünlere dönüştürüldüğü işlemlere **klasik biyoteknoloji** denir. Sütten yoğurt, peynir ve kefir yapımı; sirke üretimi; hamurun mayalanması gibi olaylar ile hayvan ve bitki ıslahı gibi çalışmalar klasik ya da geleneksel biyoteknolojinin çalışma alanlarını oluşturur (Görsel 1.29). İnsanlık, nüfus artışı ile daha iri ve kaliteli meyve, daha çok et, süt ve yumurta elde etmek için bitki ve hayvanları çeşitli kültürel yöntemlerle iyileştirmeye (ıslah etmeye) çalışmış ve bunda da başarılı olmuştur. Bilimsel metot ve teknikler ile bitki, hayvan ve mikroorganizmaların yapılarının kültür ortamında değiştirilip geliştirilerek yeni ürünler elde edilmesine **modern biyoteknoloji** denir.

Hızla gelişen teknoloji canlıların genetik yapısında değişiklik yapmayı olası kılmıştır. Artan nüfus sonucu klasik biyoteknolojik ürünlerin talebi karşılayamaması, modern biyoteknolojik çalışmaların hız kazanmasına neden olmuştur.

Modern biyoteknolojik çalışmalar sayesinde daha kaliteli ve verimli ürünler elde edilmiştir. Bazı hormon ve proteinlerin sentezinden sorumlu genlerin mikroorganizmalara aktarılmasıyla ürünlerin daha ucuza ve daha kısa sürede üretilmesi sağlanmıştır. Besin değeri yüksek, geç bozulan, çok düşük veya yüksek sıcaklıklara dayanıklı bitki türlerinin elde edilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Atıklar nedeniyle kirlenen suların bu atıkları besin olarak kullanan mikroorganizmaların üretimi ile temizlenmesi, modern biyoteknoljik uygulamalara örnektir.

Modern biyoteknolojik uygulamalar; tür içi ve türler arası melezleme, yapay (suni) döllenme, poliploidi, gen aktarımı ve klonlama çalışmalarını kapsamaktadır. **Melez**; hibrit, karışık ya da katışık anlamına gelir. Genetik yapısı farklı bireylerin çaprazlanması sonucu melez bireyler elde edilir. Yakın akraba canlılar arasındaki melezlemeler, çekinik genlerin bir araya gelmesiyle canlıya zarar verecek hastalıkların oluşmasına sebep olabilir. Ancak farklı karakterler yönüyle homozigot olan bireyler arasında yapılan melezlemeler sonucunda daha verimli bireyler elde edilebilir. Örneğin soğuğa dayanıksız iri taneli buğday ile soğuğa dayanıklı küçük taneli buğdayın çaprazlanması sonucu, iri taneli ve soğuğa dayanıklı buğdaylar üretilmiştir. Melezleme aynı türden bireyler arasında olduğu gibi farklı türler arasında da gerçekleşebilir. Dişi at ve erkek eşeğin çiftleşmesi sonucu oluşan katır melezdir ve ortam koşullarına daha dayanıklıdır (Görsel 1.30 a, b, c).

EK BİLGİ

Gen aktarımı ile hastalıklara ve zararlılara karşı dirençli bitkiler, raf ömrü uzun meyve ve sebzeler elde edilebilir. Örneğin bilim insanları çok soğuk koşullarda yaşayabilen dil balığından alınan antifreze genini domates bitkisine aktararak soğuğa dirençli domates geliştirmeyi başarmışlardır. Böylece raf ömrü uzun domatesler üretilmiştir.



Görsel 1.30: a) At, b) Eşek , c) Katır

Yapay (suni) döllenme genellikle hayvan ıslahında kullanılır. Damızlık özelliklerine sahip, verimli erkek bireylerden alınan spermler dondurularak saklanır. Gerektiğinde yapay döllenme ile üstün özelliklere sahip yumurtaların döllenmesinde bu spermler kullanılır. Bu yöntem inek, koyun, keçi gibi memeli canlılarda; et ve süt verimi yüksek bireylerin oluşturulmasında tercih edilmektedir.

Bazı canlıların somatik (vücut) hücrelerinde iki kromozom takımından daha fazla sayıda kromozom takımına sahip olması durumuna **poliploidi** denir. Poliploidi daha çok bitkilerde görülür.

Poliploid canlılar, genellikle normalden daha büyük olmaları ile göze çarpar. Poliploidi, yaygın olarak kültür bitkilerinde uygulanan biyoteknolojik bir yöntemdir. Bu sayede daha gösterişli çiçeklere sahip, iri meyveli ve bol ürün veren bitkiler elde edilebilmiştir. Çekirdeksiz karpuz, çilek, muz, şeker kamışı, poliploid bitkilere örnek verilebilir (Görsel 1.31 a, b, c, ç). Poliploid bitkilerin ticari değerleri yüksek olduğu için bu yöntemle bitki üretimi oldukça önemlidir.



Görsel 1.31: Poliploid bitki örnekleri

Günümüzde bilim insanları istenilen özelliklerdeki genleri; bitki, hayvan ve mikroorganizmalara özel yöntemlerle aktarabilmektedirler. Gen aktarımı ile yapısal özelliği değişmiş DNA'ya **rekombinant DNA** denir.

Bir canlı türüne başka bir canlı türünden gen aktarılması veya var olan genetik yapıya müdahale edilmesi ile yeni genetik özelliklerin kazandırılmasını sağlayan biyoteknolojik yöntemlere **gen teknolojisi** denir.

Çoğunlukla farklı bir türden gen aktarımıyla belirli özellikleri değiştirilmiş canlılara **genetiği değiştirilmiş organizma (GDO)** veya **transgenik organizma** adı verilir.

Pirinçte A vitaminin öncül maddesi olan beta karoten üretiminden sorumlu gen yoktur. Günümüzde gen teknolojisi ile normal olarak yetiştirilen beyaz pirince nergis bitkisinin beta karoten üretiminden sorumlu geni aktarılarak **altın pirinç** denilen transgenik bitki üretilmiştir (Görsel 1.32 a,b). Altın pirincin tüketilmeye başlanması A vitamini eksikliğine bağlı hastalıkların önlenmesine katkı sağlayacaktır.

EK BİLGİ

*Dünya nüfusu, her geçen yıl hızla artmakta bu durum besin kaynaklarının aynı hızla azalmasına neden olmaktadır. Bu anlamda çeşitli bakteri, maya, küf ve alg gibi tek hücreli canlılar bol miktarda üretilip bunların kurutulması ile **tek hücre proteini** üretilmiştir. Tek hücre proteinleri; hazır çorba ve yemeklerde, diyet ürünlerinde bol miktarda kullanılmaktadır.*



Görsel 1.32: a) Beta karoten geni bulundurmayan pirinç, b) Betakaroten geni aktarılmış altın pirinç

Gen klonlaması, bir genin kopyasını oluşturmak için kullanılan yöntem ve tekniklerin tamamıdır. Bir hücreden çoğaltılan ve genetik yapısı tamamen aynı olan hücrelere **klon** adı verilir.

Gen klonlaması için *Escherichia coli* (Eşherşiya koli) gibi kolay yetiştirilebilen, hızlı çoğalabilen ve genetik yapısı basit olan model organizmalar kullanılır. *E. coli* bağırsakta yaşayan bir bakteri çeşididir. Yaşam döngüsünün çok kısa olması yönüyle tercih edilir (Görsel 1.33).



Görsel 1.33: *Escherichia coli* bakterisi

Deney ve araştırmalarda kullanılmaya uygun özellikleri taşıyan canlılara **model organizma** denir. Model organizmalar sayesinde bir canlıdan diğerine kolaylıkla gen aktarımı yapılmaktadır. Model organizmalar, insanlarda oluşan hastalıkların sebepleri ve bunların tedavileri için yapılacak deneylerin insanlar üzerinde gerçekleştirilemediği ve etik olmadığı durumlarda yaygın olarak kullanılır. Biyoteknoloji, genetik, moleküler biyoloji gibi biyolojinin pek çok dalında farklı özelliklere sahip model organizmalar kullanılmaktadır. Peki, model organizmalar hangi özelliklere sahiptir? Neden bilimsel çalışmalarda belirli organizmalar tercih edilir?

Model organizma seçiminde göz önünde bulundurulan faktörler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

1. Deneysel Uygulamalar İçin Elverişli Olma: Genomunda kolay değişiklik yapılan canlılar, özellikle moleküler biyoloji ve genetik alanlarındaki araştırmalar için çok uygundur. *Drosophila melanogaster* (Drosofila melanogaster) bir çeşit meyve sineği türüdür. Günümüzde en sık kullanılan model organizmalardan biridir (Görsel 1.34).



Görsel 1.34: *Drosophila melanogaster* (meyve sineği)

2. Kısa Yaşam Döngüsüne Sahip Olma: Deneylerin daha kısa sürede sonuca ulaşması ve daha fazla yeni nesil üzerinde gözlem yapılabilmesi için model organizmalar genellikle kısa yaşam döngüsüne sahip canlılar arasından seçilir.

3. Laboratuvar Ortamında Yetiştirilebilme: Model organizmalar, sıklıkla laboratuvar ortamında kolayca bakımı yapılabilecek canlılar arasından seçilir. Bu seçimde canlının boyutu, beslenme biçimi, yaşadığı sıcaklık gibi faktörler göz önünde bulundurulur.

Örneğin fare [*Mus musculus* (Mus muskulus)] araştırmalarda en sık kullanılan model organizmadır. Yetiştirilmesi ve bakımı kolaydır. Üreme hızı yüksek olduğu için özellikle ilaçların olası yan etkilerini nesiller boyu gözlemlemeye uygundur. Memeliler sınıfına ait bir canlı olduğu için ilaçların insanlar üzerindeki etkisi açısından da ipucu vermektedir (Görsel 1.35).

4. Genom Büyüklüğü: Bazı model organizmalar küçük genoma sahip olmalarından dolayı tercih edilir. Örneğin hardal bitkisi [*Arabidopsis thaliana* (Arabidopsis talina)], bitkisel araştırmalarda en çok kullanılan model organizmadır. Çok küçük bir genoma sahip olması ve genom haritası çıkarılmış ilk bitki olması nedeniyle tercih edilir (Görsel 1.36).

5. Genom Haritasının Çıkarılmış Olması: Genom diziliminin tamamı bilinen canlılar, özellikle genetik alanındaki araştırmalar için çok uygun birer model organizmadır. Bir çeşit nematot olan yuvarlak solucan [*Caenorhabditis elegans* (Senorabdidis elegans)], genom dizilimi haritalanmış ilk çok hücreli canlı olması bakımından önemlidir (Görsel 1.37).

6. Ekonomik Koşullar: Model organizma olarak seçilen canlının ucuz ve kolay bulunabilir olması, bakımının masraflı olmaması bilim insanları için tercih edilen bir durumdur. Örneğin ekmek mayası [*Saccharomyces cerevisiae* (Sakkaromises serevise)], kolay yetiştirilebilir olduğu için genetik ve mikrobiyoloji alanında sıklıkla kullanılmaktadır.



Görsel 1.35: *Mus musculus* (fare)



Görsel 1.36: *Arabidopsis thaliana* (Hardal bitkisi)



Görsel 1.37: *Caenorhabditis elegans* (yuvarlak solucan)

ETKİNLİK

Etkinlik No.: 1.4

Etkinliğin Adı: Model organizmaların özellikleri

Etkinliğin Amacı: Model organizmaların özelliklerini tartışmak

Araç Gereç: Kendi belirlediğiniz araç gereci kullanınız.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Model organizmaların özelliklerini araştırınız ve sunu hazırlayınız.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.

Tartışma ve Sonuçlandırma

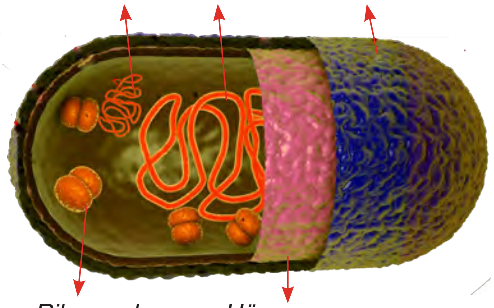
Hazırladığınız görsel sunuları sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşınız. Model organizmaların özelliklerini sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

1. Deneylerde model organizma kullanmaya niçin ihtiyaç duyulur?

2. Model organizmaların genom haritasının çıkarılmış olması ve kısa yaşam döngüsüne sahip olmasının faydaları nelerdir?

Gen Klonlama

İnsülin ve büyüme hormonu, geçmiş yıllarda kadavralardan ve çeşitli memeli canlılardan çok az miktarda ve güçlükle elde edilmekteydi. Günümüzde ise bu hormonların sentezinden sorumlu genler, insan DNA'larından izole edilerek çeşitli bakterilere aktarılmaktadır. İnsülin ve büyüme hormonu daha kolay ve ucuza üretilebilmektedir. Klonlamada vektör olarak genellikle bakterinin sitoplazmasında bulunan ve **plazmit** adı verilen DNA parçaları kullanılır (Görsel 1.38).



Görsel 1.38: Bakterinin yapısı

Bu uygulamada öncelikli olarak geni klonlanmak istenen canlıya ait DNA ve vektör olarak kullanılacak bakteri DNA'sı (plazmit) özel yöntemlerle saf olarak izole edilir. İzole edilen DNA'daki istenilen gen ve bakteri plazmiti aynı restriksiyon enzimi ile kesilir. Kesilen gen ve plazmit, uygun koşullarda DNA ligaz enzimi ile birleştirilir.

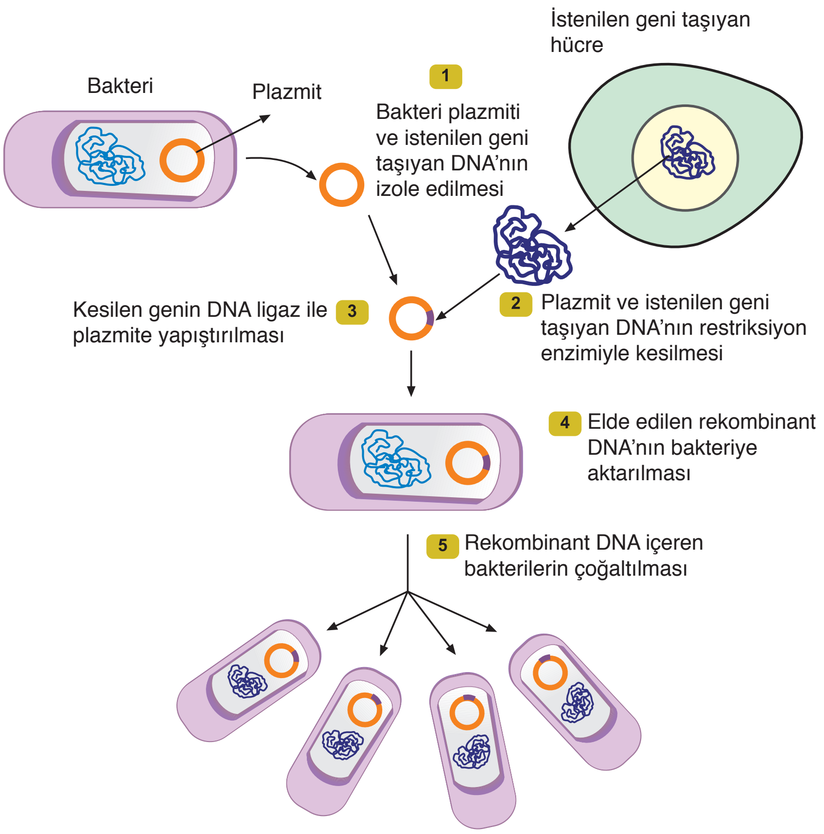
Bu işlem sonucunda elde edilen DNA, **rekombinant DNA** olarak isimlendirilir. Yeni özelliğe sahip plazmit tekrar bakteri hücresine aktarılır.

Rekombinant bakteriler, uygun kültür ortamında çoğaltılır ve böylece istenen gen de klonlanmış olur (Görsel 1.39).

Rekombinant DNA teknolojisi, günümüzde çeşitli hastalıkların tedavisi için hormon, antibiyotik ve antikor üretme amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır.

Özellikle rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak bitkilerde ürün verimi ve kalitesi artırılabilmektedir. Bu yöntemle bitkilerin soğuğa, kuraklığa, virüslere ve yabani ot mücadelesinde kullanılan ilaçlara (herbisit) karşı dirençli olması sağlanabilmektedir. Ayrıca özellikle kültür bitkilerinde tek bir doku hücresinden olgun bitkiler oluşturulabilmektedir.

Tarımda biyoteknolojik çalışmalar, bitkilerin besin değerini ve kalitesini artırmak için de kullanılmaktadır. Pirinç, buğday, soya fasulyesi ve yonca gibi bitkilere uygun genler aktarılarak besin değerlerinin yüksek olması sağlanmıştır.



Görsel 1.39: Bakteriden gen klonlaması

Rekombinant DNA teknolojisi ile insanlardan izole edilen büyüme hormonu geninin fare embriyolarına aktarımı sonucu normale göre daha iri fareler elde edilmiştir. Bu bilimsel çalışma, insan embriyolarına da bu tip genlerin aktarılabilmesinde önemli ip uçları oluşturduğu için önemlidir.

Bir sığır ırkında fazla kas üretimine neden olan gen, izole edilerek farklı ırktaki sığırlara hatta koyunlara aktarılmış ve daha fazla et üreten transgenik canlılar elde edilmiştir. Aynı yöntemle süt verimi yüksek koyun, keçi, inek ve yumurta verimi yüksek kümes hayvanları üretilmiştir (Görsel 1.40 a, b, c, ç).

EK BİLGİ

Bitkilere gen aktarımı, ilk defa ateş böceğinden alınan lusiferaz enzimi geninin tütün bitkisine verilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Lusiferaz, ateş böceğinin ışık saçmasını sağlayan özel bir enzimdir. Tütün bitkisi, gen aktarımından sonra ateş böceği gibi ışık saçmaya başlamıştır.

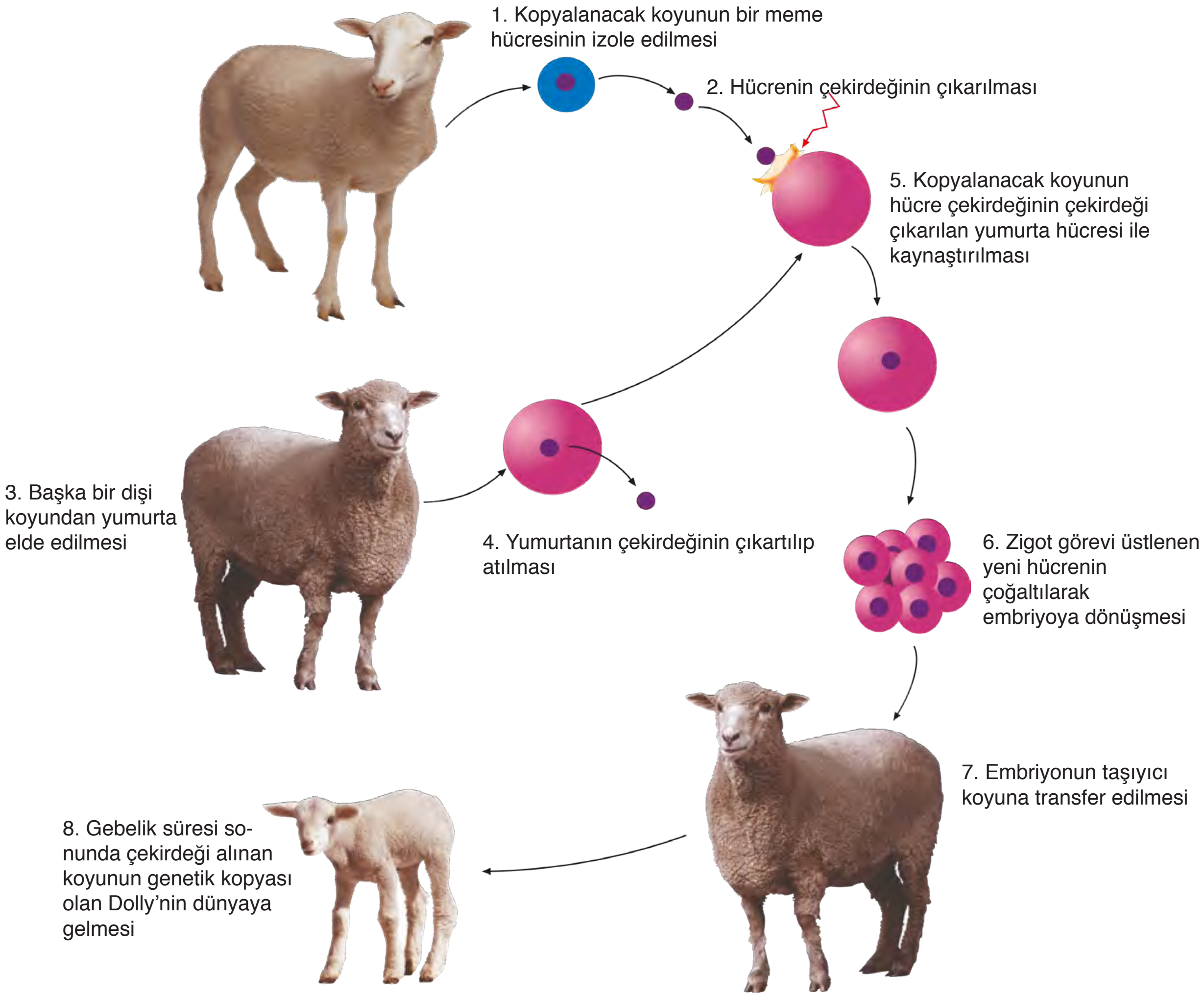


Görsel 1.40: DNA teknolojisi ile verimi artırılabilen hayvan örnekleri

Canlı Klonlama

Klonlama bir canlının genetik ikizinin oluşturulması olarak tanımlanabilir. Hayvan klonlamasında klonlanacak canlının bir vücut hücresinin çekirdeği çıkartılır. Bu çekirdek, aynı tür dişi bireyin çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresine özel tekniklerle aktarılır. Bu hücre, zigot görevi görür ve aynı tür farklı dişi bireyin uterusuna (döl yatağına) yerleştirilir. Gebelik tamamlandıktan sonra doğan yavru, hücre çekirdeği alınan hayvanın kopyası olur.

Bu yöntemle kurbağa, semender gibi birçok canlı kopyalanmıştır. 1996'da İskoç Bilim insanı Dr. Ian Wilmut (İyan Vilmut) ve ekibi, ilk kez memeli bir hayvanı kopyalamışlardır. Bunun için dişi bir koyunun meme hücresinden çıkarılan çekirdek, başka bir koyunun çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresine aktarılmıştır. Zigot özelliğine sahip bu hücrenin mitoz bölünmesi ile elde edilen embriyo; başka bir koyunun döl yatağına aktarılmış, gebelik süresinin sonunda Dolly (Doli) adı verilen kuzu dünyaya gelmiştir (Görsel 1.41). Dolly, hücre çekirdeği alınan koyun ile genetik ikiz olmuştur. Bu olay bilim dünyasında çok ses getirmiştir. Bu yöntemle verimli hayvan ırklarının özellikleri korunarak çoğaltılabilecektir. Özellikle nesli tükenme tehlikesi altında olan hayvanlar kolaylıkla üretilebilecektir.



Görsel 1.41: Memeli hayvanlardan Dolly'nin klonlama aşamaları

1.2.4. GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE BİYOTEKNOLOJİ UYGULAMALARININ İNSAN HAYATINA ETKİSİ

Genetik hastalıkların teşhisi, gen terapisi ile mikroorganizmaların kullanılarak aşı ve interferon gibi savunma proteinlerinin ve çeşitli hormonların üretilmesi genetik mühendisliğinin ve biyoteknolojinin sağlık alanındaki uygulamalarına örnektir.

Biyoteknolojik çalışmalar; aşı, serum, antibiyotik ve hormon gibi çeşitli maddelerin üretimi ile sağlık sektörüne ciddi katkılar sağlamıştır. Bu alanda gen klonlaması yolu ile ilk üretilen ürün insülin hormonudur. İnsülin; pankreasta üretilen, kan şekerini düzenleyen önemli bir hormondur. İnsanlarda bu hormon üretilemediğinde (Tip-I diyabet) ya da yeterince üretilmediğinde (Tip-II diyabet) şeker hastalığı oluşur. Tip-I diyabet hastaları, insülin hormonunu dışardan günlük dozlar hâlinde almak zorundadır.

Daha önceki yıllarda insülin, çeşitli memeli hayvanlardan az miktarda alınabiliyordu. Ancak bu şekilde elde edilen insülinin hem maliyeti yüksekti hem de bazı insanlarda alerjiye neden olabiliyordu. 1980'li yıllarda biyoteknoloji sayesinde insan DNA'sındaki insülin üretimini sağlayan genin bakterilere aktarılmasıyla çok miktarda ve ucuza insülin hormonu üretilmiştir.

Daha sonraki yıllarda başka hormonlar ve antibiyotikler de bu şekilde kolaylıkla elde edilmiştir. Bakterileri yok etmede kullanılan antibiyotikleri sentetik olarak üretmek hem zor hem de pahalıdır. Günümüzde birçok antibiyotik, DNA teknolojisi ile daha ucuza ve fazla miktarda üretilmektedir (Görsel 1.42 a, b).



Görsel 1.42: Rekombinant DNA teknolojisi ile üretilen antibiyotik ve hormon tabletleri

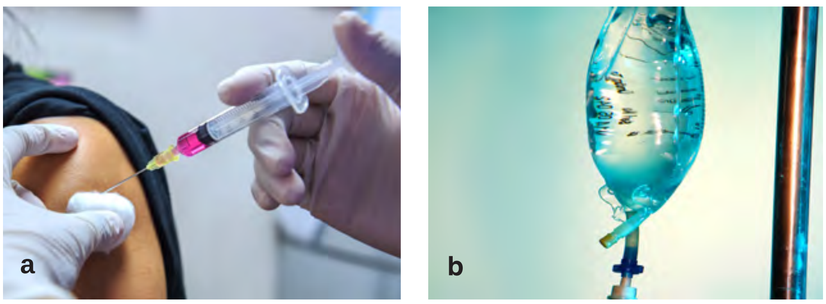
Günümüzde insan sağlığını tehdit eden ve salgınlara neden olan birçok bulaşıcı hastalık, virüs kökenlidir. Virüsleri bakterilerde olduğu gibi antibiyotikler ile yok etmek mümkün değildir. Virüslerin neden olduğu hastalıklar, güçlü bağışıklık sistemi ile yok edilebilir ve bunun için de aşılanmak en etkili yoldur. Bağışıklık sistemi hücreleri, virüsleri taşıdıkları protein kılıflarından ayırt ederek gerekli bağışıklığı oluşturmaktadır.

Bunun için sağlıklı insanlara virüsü çevreleyen kılıftaki proteinler verilerek bunları virüs gibi algılamaları sağlanır. Gerekli bağışıklık oluşturulabilir. Bu amaçla bazı bakterilere, protein kılıf sentezinden sorumlu virüs DNA'ları aktarılarak bakterilerin virüslere ait proteinlerden bolca üretmesi sağlanmıştır. Elde edilen bu proteinlerden de çeşitli aşılar üretilmiştir (Görsel 1.43 a,b).

Parazit, bakteri, virüs ve tümörlere karşı vücudumuzda üretilen ve **interferon** denilen bağışıklık molekülleri, aynı yöntemle üretilebilmektedir. İnterferon üretiminde *E. coli* gibi bakterilerden, çeşitli transgenik canlılardan yararlanılmaktadır.

İnterferonlar kanser tedavilerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Son yıllarda biyoteknoloji alanında yapılan çalışmalar, özellikle DNA ve mRNA'daki nükleotit dizilerini belirleme tekniklerindeki gelişmeler, tıp alanında çalışan araştırmacılara genleri karşılaştırma olanağı vermiştir. Bu karşılaştırmalar, kişiye özgü kanser tedavilerinin uygulanmasını sağlamıştır. Rahim ağzı kanserinin önlenmesinde biyoteknolojik yöntemlerle geliştirilen aşılar kullanılmaktadır.

Modern biyoteknolojik çalışmalarla, tıbbi uygulamalarda bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmak üzere uygun özelliklere sahip çeşitli virüsler de üretilmiştir.

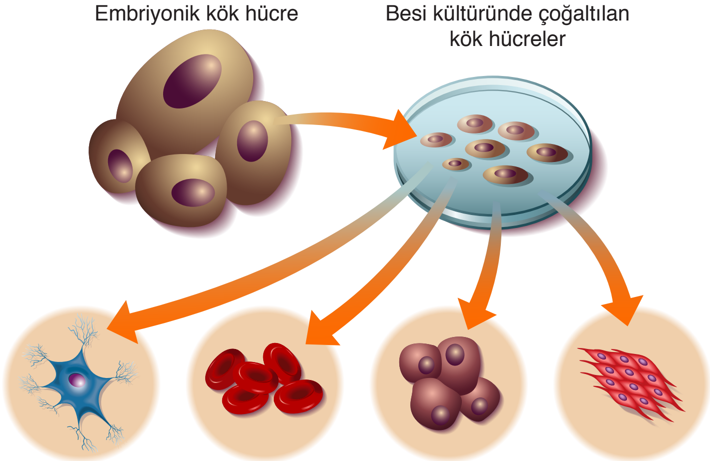


Görsel 1.43: DNA teknolojisi ile üretilen aşı ve serumlar

Kök Hücre

Son yıllarda bilim dünyasında kök hücrelerle yapılan çalışmalar ilgi ile izlenmektedir. **Kök hücreler;** yenilenme gücü yüksek olan, vücut içinde ve uygun koşullar sağlanırsa laboratuvar ortamında sürekli bölünebilen ve birçok hücre tipine dönüşebilen farklılaşmamış hücrelerdir. Kök hücreler; embriyo, göbek kordonu ve yetişkin bireylerden elde edilebilir.

Embriyonik kök hücrelerin kendilerini yenileme ve diğer doku hücrelerine dönüşme yetenekleri çok yüksektir. Embriyonun blastula evresinde elde edilen embriyonik kök hücreler, uygun kültür ortamında geliştirilerek farklı hücre tipleri oluşturabilir (Görsel 1.44). Bu tip hücrelerin ilerleyen zamanlarda doku ve organ üretiminde kullanılabileceği öngörülmektedir. Bu yöntemle bir bireyden elde edilen kök hücrelerle başka bireylerdeki yıpranmış doku ve organların onarımı veya bazı hastalıkların tedavisi de sağlanabilmektedir.



Görsel 1.44: Kök hücre teknolojisi ile üretilebilen bazı hücre çeşitleri

Embriyonik kök hücreler; kanser, omurilik zedelenmeleri, Alzheimer (Alzaymır) ve Parkinson gibi hastalıkların tedavileri için umut olarak görülmektedir.

Göbek kordonundan alınan kök hücreler, en kolay elde edilen kök hücre çeşididir. Elde edilen bu kök hücreler; özel yöntemlerle dondurularak saklanmakta, gerektiğinde hasar gören doku ve organların tedavisinde kullanılmaktadır. Yetişkin birey kök hücrelerinin diğer doku hücrelerine dönüşüm gücü azdır. Kemik iliği, deri, ve yağ dokuda bol miktarda yetişkin birey kök hücreleri bulunmaktadır.

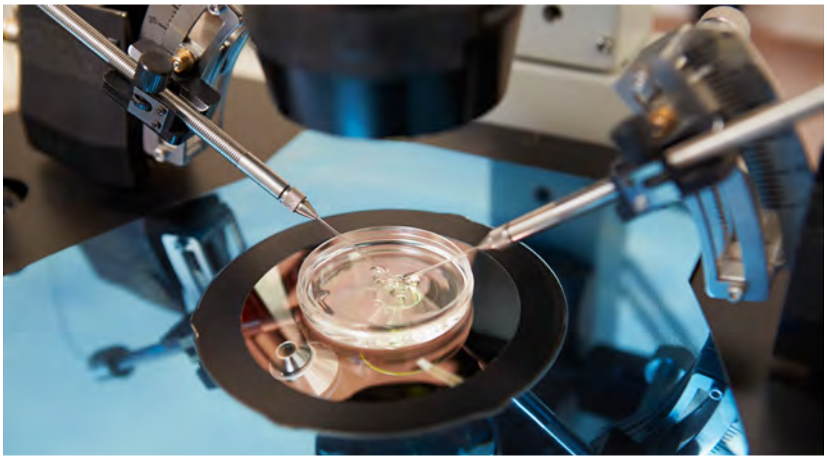
Günümüzde üzerinde en çok çalışılan konulardan biri, kök hücre teknolojileriyle yapay doku ve organ üretimidir. Doku ve organ naklinin hayat kurtardığı herkes tarafından bilinen bir gerçektir. Ancak uygun doku ve organ temin edilmesi ciddi bir sorundur. Organ nakillerinde en önemli kaynak, organ bağışlayan sağlıklı bireyler ile beyin ölümü gerçekleşen insanlardır. Ülkemizde ve dünyada tüm çabalara rağmen doku ve organ bağışı, istenilen düzeye ulaşamamıştır.

Yeterli organ bağışı yapılsa bile doku ve organ nakillerinde başarısızlığa neden olan bazı tıbbi sorunlar ile karşılaşılmaktadır. Bu tıbbi sorunların büyük çoğunluğu doku reddinden kaynaklanır. Doku reddini önlemek için doku nakli yapılan bireyler bağışıklık sistemini baskılayan ilaçları kullanmak zorundadır. Bu tür ilaçlar da çeşitli enfeksiyonlara ve kansere yakalanma riskini büyük ölçüde artırmaktadır. Bilim insanları bu ve buna benzer durumlardan dolayı yapay doku ve organ üretme çalışmalarına hız vermişlerdir. Fizyolojik görevini tam olarak yerine getiremeyen hayati organların yerine mekanik malzemelerden tasarlanan, doku mühendisliği ile üretilen organlara **yapay organ** denilmektedir. Bu çalışmalar sonucunda 1997 yılında ilk kez yapay olarak insan derisi üretilmiştir. Bu teknoloji sayesinde yara ve yanıklar, kalıcı izler bırakmadan tedavi edilebilmektedir. Günümüzde kalp, pankreas, böbrek, karaciğer, deri ve kulak gibi organların yapay modellerinin üretimi için çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Yapay organ üretiminde yapay organ nakli yapılacak bireylerden elde edilen kök hücreler kullanılarak doku reddi gibi sorunların ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. Ancak kök hücrelerin laboratuvar koşullarında çoğaltılmasında yaşanan zorluklar ve yapay organların fizyolojik yönden doğal organların işlevlerini tam olarak yerine getirememesi yapay organ üretimindeki temel sorunlardır.

Yapay doku ve organ üretimi sayesinde engelli bireylerin sorunları ortadan kalkacaktır. İlaçlara bağımlı yaşamak zorunda kalan, kimi zaman yıllarca uygun organ bulunması için bekleyen kişilerin hayatı büyük ölçüde değişecek ve yaşam kalitesi artacaktır.

Günümüzde kısırlık problem olmaktan çıkmak üzeredir. Geliştirilen çeşitli yöntemlerle ile yumurta ve spermin dış ortamda birleşmesi sağlanmış ve çiftlerin bebek sahibi olmaları kolaylaştırılmıştır (Görsel 1.45). Normal yollarla gebe kalmayı engelleyen sperm sayısının azlığı, tüp bebek yöntemi ile sorun olmaktan çıkmıştır.

Üzerinde çalışılan bir diğer yöntem de yapay rahim üretimidir. Yapay rahim üretilebilirse erken doğan bireylerin hayatta kalma şansı artacaktır. Çeşitli hayvanlarda uygulanan yapay rahim çalışmaları umut vericidir. Hamilelik sürecinde embriyo, geliştirilen yeni teknonolojik çalışmalarla anne karnında ameliyat edilerek sağlığına kavuşturulmaktadır.



Görsel 1.45: Tüp bebek laboratuvarında yumurta ve spermin birleştirilmesi

ARAŞTIRMA

Ülkemizde yeterli düzeyde organ bağışı olmamasının sebepleri nelerdir? Araştırınız.

Biyomalzeme teknolojisi çok hızla gelişmekte ve her geçen gün organ fizyolojisini daha iyi taklit edebilir düzeye gelmektedir. Bu sebeple kısa vadede geliştirilecek yapay organların daha kullanışlı hâle geleceği açıkça görülmektedir. Böbrek yetmezliğinde kullanılan diyaliz makineleri, işitme güçlüğü çekenlerde kulanılan çeşitli cihazlar ve kalp pilleri yapay organ olmasa da organlar üretilinceye kadar tedavilerde kullanılmaya devam edilecektir (Görsel 1.46).



Görsel 1.46: Böbrek yetmezliğinde kullanılan diyaliz makinesi

Gen Terapisi

Canlılarda bulunan işlev ve yapıca bozuk genlerin tespit edilmesi, değiştirilmesi ve onarılmasını sağlayan uygulamalara **gen terapisi** denir. Gen terapisi, erken embriyonik dönemde kusurlu genlerin tespit edilerek değiştirilmesine ve çeşitli hastalıklara neden olabileceği tahmin edilen genlerin onarılmasına olanak sağlamaktadır (Görsel 1.47). Böylece kalıtsal hastalıkların ve istenmeyen genetik özelliklerin bir sonraki nesle aktarılması önlenmiş olacaktır.

Günümüzde gen terapisi ile ilgili çalışmalar hızla devam etmektedir. İnsan genomu ile elde edilen bilgiler sayesinde kanser, kalp ve damar hastalıkları, hemofili ve şeker hastalığı gibi birçok rahatsızlığın tedavi edilebileceği öngörülmektedir.



Görsel 1.47: Gen terapisinde hastalığa yol açan gen, sağlamı ile değiştirilir.

Genetik danışmanlık; kalıtsal hastalığı olan veya bu tür hastalıkları taşıma riski bulunan bireylere uygulanması gereken testler, hastalıkların olası sonuçları ve varsa tedavileri ile ilgili bilgi verilmesidir. Genetik danışmanlık, genetik uzmanları veya bu konuda eğitim almış doktor ve biyologlar tarafından verilmektedir. Genetik danışmanlar, tespit edilen kalıtsal hastalıklar ve problemlere karşı alınabilecek önlemler ve yapılacak testler hakkında bilgi vererek çözüm önerileri sunar (Görsel 1.48).



Görsel 1.48: Genetik danışma hizmeti alan insanlar

Aile ve akrabalarında kalıtsal hastalık görülen kişilere, akraba evliliği yapmış, bir veya birden fazla sayıda anormal bebek doğumlarının görüldüğü kadınlara ve doğum öncesi genetik risklerini öğrenmek isteyen çiftlere genetik danışmanlık almaları önerilmektedir. Genetik danışmanların olası genetik hastalıklarla ilgili tam ve doğru bilgi vermesi oldukça önemlidir. Danışmanlık yapan kişi; asla yönlendirici olmamalı, son kararı ilgili kişilere bırakmalıdır.

Genetik mühendisliği çalışmaları ile üretilen transgenik mikroorganizmalar, çevre sorunlarının çözümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kanalizasyon sularının arıtıldığı sistemlerde mikroorganizmalardan yararlanılmaktadır (Görsel 1.49 a, b). Ayrıca bazı bakteriler, ağır metallerin (bakır, kurşun, nikel vb.) doğada birikmesini önlemektedir.





Görsel 1.49: a) Kirli su arıtma tesisi, b) Kimyasal ve biyolojik atıklarla kirletilmiş su

Petrol ve türevlerinin çevreye verdiği zarar, transgenik mikrooganizmalar ile en az seviyede tutulmaya çalışılmaktadır.

Tuzlu ve soğuk sularda yaşayabilir şekilde üretilen transgenik mikroorganizmalar, deniz ve okyanusların temizlenmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Topraktaki ağır metaller, bunları bünyelerinde depolayabilen transgenik bitkilerle topraktan uzaklaştırılmaktadır. Transgenik organizmalar, özellikle mineral madenciliğinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Rekombinant DNA teknolojisi ile endüstriyel enzimler, hızlı ve ekonomik şekilde üretilmektedir. Bu tip enzimler, çevre kirliliğinin önlenmesinde, deterjanlarda, tekstilde ve kâğıt sanayisinde kullanılmaktadır. Çeşitli vitaminler, antibiyotikler ve bazı deterjanlar biyoteknolojik çalışmalar sonucu üretilmiş endüstriyel ürünlerdir.

İnsan Genom Projesi

Genetik mühendisliği çalışmaları ile bir canlının genomundaki tüm genlerin yerlerini belirlemek ve haritalarını çıkarmak için yapılan çalışmalara **Genom Projesi** denir.

Genom Projesi ile ilk yıllarda *E.coli* bakterilerinin, mayaların, meyve sineklerinin, çeşitli tek hücreli canlıların ve farelerin gen haritaları çıkarılmıştır. Bu canlılardan özellikle meyve sineğinin ve farenin genetik işleyişinin insanlarla büyük oranda benzerlik göstermesi, bu model organizmalar üzerindeki çalışmaları daha önemli hâle getirmiştir.

Bu tip canlıların genomları üzerindeki çalışmalar, daha karmaşık yapılı insan genomunun haritalanması açısından umut verici olmuştur. 1990 yılında birçok ülkenin bilimsel ve finansal desteği ile insan genomunun tümünün haritalanması ve kromozomların nükleotit dizilerinin belirlenebilmesi için **İnsan Genom Projesi** adı verilen çalışma başlatılmıştır. Bu proje 2003 yılında tamamlanmıştır.

Bazı bilim insanları bu projenin insanlığın aya ayak basmasından hatta tekerleğin icadından bile daha önemli olduğunu söylemişlerdir. Bu proje tam olarak hedefine ulaşırsa şeker, kanser ve kalp damar hastalıklarının tedavisi kolaylaşacak ve bu tip hastalıklar önceden teşhis edilip önlenebilecektir. Ayrıca bu proje ile kişiye özel ilaçlar üretilerek ilaçların olası yan etkileri azaltılmış ve ilaçla tedavide daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Genom Projesi sonuçları gen teknolojisini geliştirmiştir. Genetik mühendisleri, gen terapisi sayesinde istenmeyen özelliklere sahip genleri istenilen özellikteki genlerle değiştirerek genetik hastalıkları ve kusurları önlemeyi planlamaktadırlar. İnsan genomunda 3 milyardan fazla nükleotit, 25 - 30 bin civarında gen bulunduğu tahmin edilmektedir.

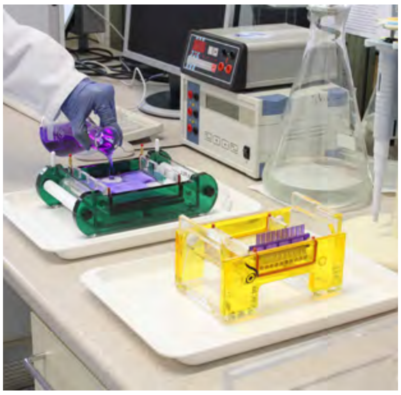
İnsan Genom Projesi sayesinde bazı hastalıklara neden olan genlerin DNA dizilimleri çözümlenebilmiştir. Birçok kanser çeşidine bu sayede çözüm bulunabileceği öngörülmektedir. Bu proje sayesinde yakın bir zamanda organ nakillerinde yaşanan doku uyumuyla ilgili sorunların ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Bu sayede doku ve organ nakillerinde daha başarılı sonuçlar alınması sağlanacaktır.

DNA Parmak İzi

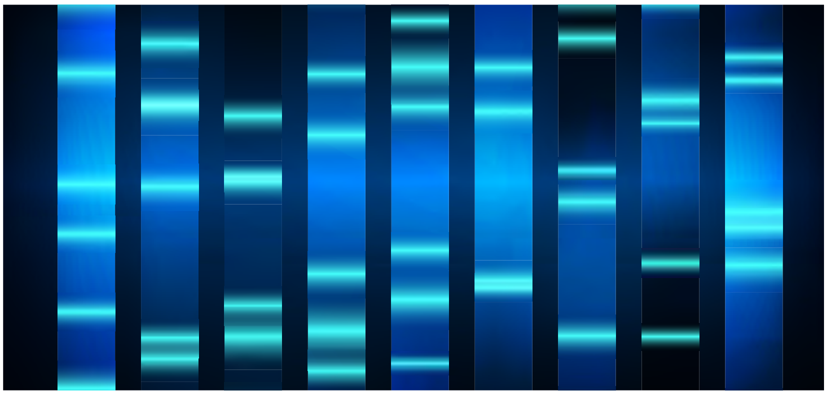
İnsanların DNA baz dizilimlerinin farklı olmasından dolayı tek yumurta ikizleri hariç hiçbir bireyin genetik yapısı diğeriyle aynı değildir. İnsan genomunda anlamlı ve anlamsız baz dizileri bulunmaktadır. Anlamsız diziler; herhangi bir proteini kodlamayan, büyük çoğunluğu tekrar eden DNA dizilerinden oluşmaktadır. Bir canlıya ait hücredeki DNA baz diziliminde tekrar eden anlamsız baz dizilerinin jel üzerinde oluşturdukları bantlı yapılara **DNA parmak izi** denir.

DNA parmak izi elde etmek için DNA, uygun restriksiyon enzimi ile kesilir. Tekrar eden anlamsız baz dizileri **PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)** yöntemiyle çoğaltılır. Temel olarak PCR mekanizmasının amacı, yüksek sıcaklıkta yapısı bozulmayan bir DNA polimeraz kullanılarak DNA replikasyonunu ve çoğaltılmasını sağlamaktır. Elde edilen DNA'lar özel bir jele yüklenir. **Elektroforez** adı verilen bir yöntemle farklı uzunluktaki DNA parçaları birbirinden ayrılır (Görsel 1.50). DNA parçaları jel üzerinde büyüklüklerine göre belirli uzaklıklarda bantlar oluşturur. Bu bantlı yapılar, bireylere özgüdür ve **DNA parmak izi** olarak adlandırılır (Görsel 1.51).

DNA parmak izi; adli vakalarda, suçluların tespitinde sıklıkla kullanılmaktadır. Olay yerinde bırakılan saç, tırnak, deri hücreleri ile kan ve tükürüklerden elde edilen DNA baz dizilimi, şüphelilerin DNA baz dizilimi ile karşılaştırılarak gerçek suçlu tespit edilebilmektedir. Bu yöntem, babalık davalarında, bitki ve hayvan ırklarının belirlenmesinde kullanılmaktadır.



Görsel 1.50: Elektroforez cihazı



Görsel 1.51: DNA parmak izi

BİYOGÜVENLİK VE BİYOETİK

Günümüzde genetiği değiştirilmiş organizmaların gıda katkı maddesi ya da gıda ürünü olarak kullanılması, birçok tartışmayı beraberinde getirmiştir. Bu tür gıda maddelerinin özellikle insan sağlığına ne gibi etkilerinin olduğu tam olarak bilinmemektedir. Ancak bu gıdalarla beslenenlerde çeşitli alerjik reaksiyonlar olduğu saptanmıştır. Bunun yanı sıra birçok bilim insanı, genetiği değiştirilmiş organizmaların dünyadaki açlığa çare olabileceğini de ifade etmektedir.

Genetiği değiştirilmiş organizma içeren besinleri insanların tüketimine sunan şirketler, ticari kaygılardan dolayı bu tür maddelerin besin etiketinde yer almasını istememektedirler. Uzmanlar, genetiği değiştirilmiş organizma içeren besinlerin uzun süreli kullanımlarda kansere de yol açabileceğini ifade etmektedirler.

Genetiği değiştirilmiş ürünlerin bitki ve hayvanlara zarar vereceği, ekolojik olarak telafisi mümkün olmayan problemlere neden olabileceği de öngörülmektedir.

Biyogüvenlik

Biyogüvenlik transgenik ürünlerin olası risklerinin değerlendirilmesi ve kontrol altına alınması, modern biyoteknolojinin insan sağlığı ve çevreye zarar vermeden uygulanmasını sağlamak için alınması gereken politik ve işlevsel önlemlerin tümü olarak tanımlanmıştır (Görsel 1.52).



Görsel 1.52: Biyogüvenlik

Genetik yapısı değiştirilmiş organizmaların ve bunlara ait ürünlerin kısa ve uzun vadede insan sağlığına ve çevreye ne gibi etkilerinin olacağı tam olarak bilinememektedir. Bu nedenle 24 Mayıs 2000 tarihinde Türkiye de dâhil olmak üzere 130 ülke, genetiği değiştirilmiş organizmalı ürünleri riskli kabul eden “Biyogüvenlik Protokolü’nü” imzalamışlardır.

Türkiye’de biyogüvenlik, 5977 sayılı yasada “İnsan hayvan ve bitki sağlığı ile çevre ve biyolojik çeşitliliği korumak için genetiği değiştirilmiş organizma ve ürünleri ile ilgili faaliyetlerin güvenli bir şekilde yapılması” olarak tanımlanmıştır. Bu tanımdan yola çıkılarak herhangi bir transgenik canlının veya ürününün kullanıma sunulmadan önce olası risklerinin değerlendirilmesi ve diğer ülkelere ihraç edilmeden önce ithalatçı ülkelerin onayının alınması zorunlu hâle getirilmiştir.

Biyoetik

Biyoetik, biyoloji ve tıp alanındaki gelişmelerin meydana getirdiği tartışmalı ve etik konuları inceleyen özel bir disiplindir. Klonlama, kök hücre tedavileri, yapay döllenme insanlar üzerinde yapılan deneyler ve genetiği değiştirilmiş organizma üretimi gibi konular; biyoetiğin inceleme alanındadır. Biyoetik kavramı bilimdeki hızlı değişimlerin ahlaki değerlere uygun olması gerektiği düşüncesinden doğmuştur.

İnsan Genom Projesi; kalıtsal hastalığa sahip bireylerde hastalığa neden olan genlerin belirlenmesi ve bu hastalıkların önceden teşhis edilerek tedavi edilmesi, doku ve organların uygunluğunun tespit edilmesi gibi faydaları beraberinde getirmiştir.

İnsan Genom Projesi’nin sağladığı birçok faydanın yanı sıra etik açıdan bazı sorunlara da neden olabileceği düşünülmektedir. Örneğin bir kişinin bir hastalığa karşı yatkınlığını öğrenmesi kişinin ve yakınlarının bu durumdan psikolojik olarak etkilenmesine yol açabilir. Aynı zamanda işverenlerin bu özellikteki kişileri işe almak istememesi ve sigorta şirketlerinin sağlık sigortası yapmaması kişinin zor durumda kalmasına neden olabilir. Bu anlamda kişilerle ilgili genetik bilgilerin gizliliğine azami ölçüde dikkat etmek gerekir.

Biyoetik çalışmalar; hukuk, felsefe, tıp, ilahiyat, genetik ve biyoloji gibi bilim dalları ile sürekli bilgi alışverişi yapmaktadır. Biyoetik, bilimsel çalışma ve araştırmalarda nelere izin verilip nelerin yasaklanması gerektiğini etik olarak açıklamaya çalışır. Böylece bu konularda belirli bir standart oluşturmayı hedeflemektedir. Ancak toplumlardaki farklı kültürel, hukuksal ve felsefi yaklaşımlar nedeniyle küresel bir standart oluşturmak oldukça zordur. Buna rağmen, 1997 yılında UNESCO'nun İnsan Genomu ve İnsan Hakları Bildirgesi' nde üreme amaçlı klonlama insan onuruna aykırı bulunduğu için yasaklanmıştır.

ARAŞTIRMA

İnsan klonlamanın biyogüvenlik açısından tehlikeli, biyoetik açıdan yasak olmasının sebepleri neler olabilir?

Araştırınız.

Hayvanlar üzerinde yapılan klonlama çalışmalarında oluşan klon canlıların bağışıklık sistemlerinin zayıf olması ve beklenen yaşam sürelerinin kısa olması, klonlama çalışmalarının sonuçlarını tartışılır hâle getirmiştir. Ayrıca bu çalışmalar insanların da klonlanabileceğini bu durumun da sosyoekonomik ve kültürel bağlamda sakıncalar doğurabileceğini göstermiştir. Avrupa Konseyi İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesi Türkiye tarafından da imzalanan bir sözleşmedir. Bu sözleşmeye göre canlı veya ölü insanların kopyalarının oluşturulması yasaklanmıştır. Bilimsel çalışmalarda embriyonik kök hücre kullanımı ülkelerin iç hukuk düzenlemeleri ile sağlanmaktadır. Ülkemizde araştırma amaçlı insan embriyosu oluşturmak ve embriyoyu araştırmalarda kullanmak iç hukuk ile yasaklanmıştır.



Görsel 1.53: Transgenik soya fasulyesi

Genetiği değiştirilmiş organizma ürünlerinin yararlarının yanı sıra insan sağlığını olumsuz etkileyecek zararları veya risklerinin olduğu da düşünülmektedir. Genetiği değiştirilmiş organizmaların insanlarda birçok alerjik reaksiyona sebep olduğu görülmüştür. Yapılan bir çalışmada alerjik özelliği olduğu bilinen Brezilya fındığından alınan bir gen, besin içeriğini zenginleştirmesi için soya fasulyesine aktarılmıştır. Ancak bu genin sentezlediği proteinin Brezilya fındığındaki alerjik proteinlerden biri olduğu ortaya çıkmış ve transgenik soya fasulyesi geliştirilmesine son verilmiştir (Görsel 1.53).

Genetiği değiştirilmiş organizmalar hakkında tartışılan bir diğer konu da gen aktarımının başarılı olduğu organizmaları seçmek için işaretleyici gen olarak kullanılan dirençli genlerin aktarılmak istenen asıl genle birlikte kullanılmasıdır. Örneğin antibiyotiğe dirençli genlerden bu amaçla yararlanılmaktadır. Ancak bu genlerin hastalık yapan mikroorganizmalara geçmesi durumunda ortaya çıkacak enfeksiyonların kontrol altına alınması zorlaşacaktır. Transgenik bitki üretiminde kullanılan genlerin doğaya yayılması durumunda ekolojik dengeleri bozarak büyük bir tehlike oluşturacağı düşünülmektedir. Genetik yapısı değiştirilmiş besinlerin toksik olabileceği, bağışıklık sistemi bozuklukları ile virütik enfeksiyonlara yatkınlık oluşturabileceği belirtilmiştir. Zararlı böceklere karşı dirençli mısırlarla beslenen sıçanlar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda akyuvar sayılarında, böbrek ağırlıklarında ve albümin/globülin oranlarında önemli değişmelerin olduğu görülmüştür. Bu sebeplerden dolayı biyoteknolojik ürünlerin üretiminin ve tüketiminin kontrollü bir şekilde yapılması biyolojik açıdan oluşabilecek birçok sorunu önleme bakımından oldukça önemlidir.

ETKİNLİK

Etkinlik No.: 1.5

Etkinliğin Adı: Biyogüvenlik ve biyoetik

Etkinliğin Amacı: Biyogüvenlik ve biyoetiğin öneminin tartışılmasını sağlamak

Araç Gereç: Kendi belirlediğiniz araç gereci kullanınız.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Biyogüvenlik ve biyoetiğin önemini araştırıp sunu hazırlayınız.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.

Sonuçlandırma

Hazırladığınız görsel sunuları sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşınız. Biyogüvenlik ve biyoetiğin önemini sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

1. Genetiği değiştirilmiş organizmalar ve ürünler, biyogüvenlik açısından ne gibi sorunlar oluşturmuştur?

....

....

....

....

2. Biyoetiğin inceleme alanına giren konular nelerdir?

....

....

....

....

1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. DNA; ökaryot hücrelerde doğrusal, prokaryot hücrelerde ise .... bir yapıya sahiptir.

2. RNA molekülüne özgü nükleotit çeşidine .... denir.

3. Yönetici moleküllerde nükleotitler aynı zincir üzerinde .... bağları ile bağlıdır.

4. DNA'nın eşlenerek bir kopyasını oluşturmasına .... denir.

5. Yönetici molekülleri oluşturan temel yapı birimine .... denir.

6. DNA parmak izi elde etmek için tekrar eden DNA parçaları .... yöntemiyle çoğaltılır.

7. DNA üzerinden mRNA sentezine .... denir.

8. Yoğurt, peynir, sirke ve kefir .... ürünleridir.

9. Maya, küf ve alg gibi tek hücreli canlılardan elde edilen proteine .... denir.

10. Gen aktarımı ile yapısal özelliği değişmiş DNA'ya .... denir.

11. Bakterilerde DNA'dan bağımsız çoğalabilen halka şeklindeki DNA parçalarına .... denir.

12. Yenilenme ve farklılaşma yeteneği yüksek sürekli bölünebilen hücrelere .... denir.

13. İşlev ve yapıca bozuk genlerin değiştirilmesi ya da onarılması uygulamalarına .... denir.

14. Genetik mühendisliği çalışmaları ile bir canlının genomundaki tüm genlerin yerlerini belirlemek için yapılan çalışmalara .... denir.

15. Bireyin kendine özgü DNA parçalarının jel üzerinde büyüklüklerine göre belirli uzaklıklarda oluşturduğu bantlara .... adı verilir.

16. Biyoloji ve tıp alanındaki gelişmelerin meydana getirdiği tartışmalı etik konuları inceleyen özel disipline .... denir.

B) Aşağıdaki etkinlikte A bölümünde verilen ifadelerle B bölümünde verilen ifadeleri uygun bir biçimde eşleştiriniz.

17.

A	B
1. Birbirine fosfodiester bağıyla bağlanmış nükleotit zinciridir. (......)	a UAG
2. Dış ortamda bulunan DNA'nın hücre içine alınmasıyla meydana gelen fenotip ve genotip değişimleridir. (......)	b Çekirdekçik
3. DNA zincirlerini bir arada tutan bağ çeşididir. (......)	c Transformasyon
4. Nükleotidin yapısında yer alan baz ve şekerden oluşan yapıdır. (......)	ç Nükleozit
5. DNA replikasyonu sırasında yeni zincir sentezini başlatan enzimdir. (......)	d Zayıf hidrojen
6. Ökaryot hücrelerde rRNA sentezinde görev alan yapıdır. (......)	e Polizom
7. Protein sentezini başlatan mRNA kodonudur. (......)	f Genetik mühendisliği
8. Bir mRNA üzerine birden fazla ribozomun tutunmasıyla oluşan yapıdır. (......)	g Melez
9. Bir canlıdan başka bir canlıya gen aktarılması gibi çalışmalarla uğraşan bilim dalıdır. (......)	ğ Poliploidi
10. Genetik yapısı farklı bireylerin çaprazlanması sonucu oluşan bireylere denir. (......)	h DNA polimeraz
11. Canlıların iki kromozom takımından daha fazla sayıda kromozoma sahip olması durumudur. (......)	ı Model organizma
12. Deney ve araştırmalarda kullanılmaya uygun özellikleri taşıyan canlılara denir. (......)	i Polinükleotit
	j AUG

C) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

18. Biyoteknoloji ve genetik mühendisliğinin uygulamalarından insan hayatı açısından şu an için olumlu olan durumlar ilerleyen zamanlarda nasıl bir tehdit oluşturabilir?

....

....

19. Gen terapisi nedir? Açıklayınız.

....

....

20. Toplam 600 nükleotitten oluşan bir genin kontrol ettiği protein sentezinde

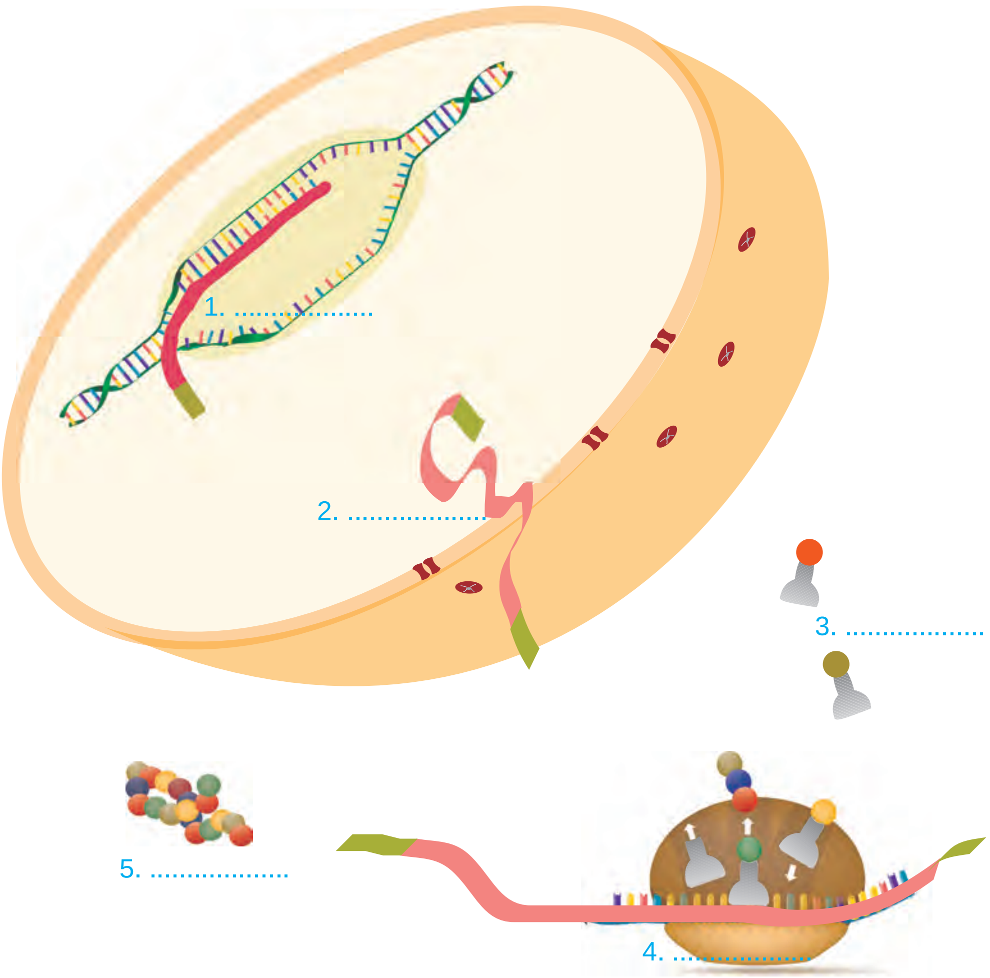
a) En fazla kaç tane amino asit kullanılır? ....

b) En fazla kaç çeşit amino asit kullanılır? ....

c) En fazla kaç tane tRNA görev yapar? ....

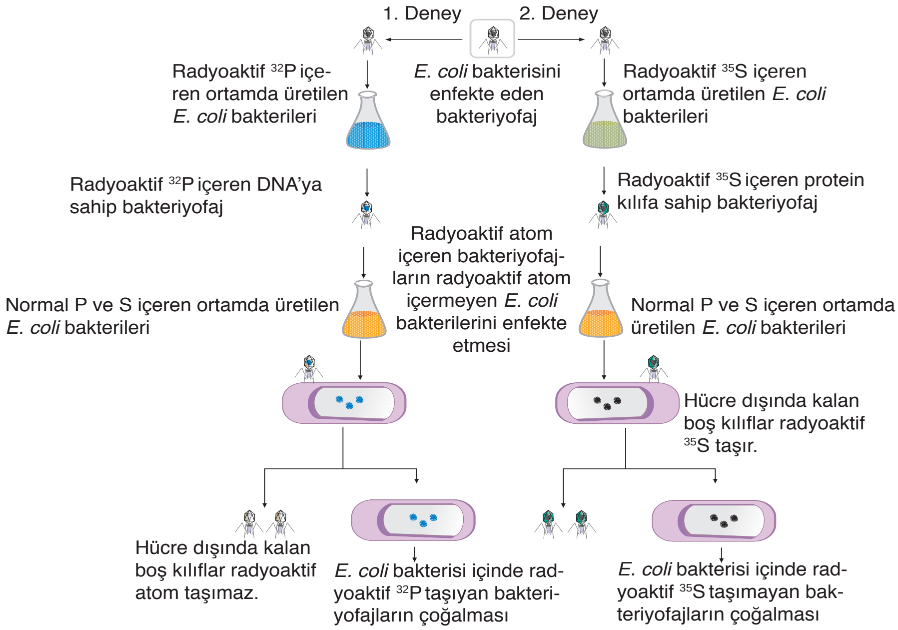
21. Protein sentez aşamaları aşağıdaki görsel üzerinde gösterilmiştir. Protein sentezi ile ilgili aşağıda verilen kavramları görsel üzerindeki boşluklara yazınız.

(polipeptit, transkripsiyon, mRNA, tRNA-amino asit kompleksi, translasyon)



Aşağıdaki 22. ve 23. soruları verilen metne göre cevaplandırınız.

Alfred Hershey (Alfırıd Hörşi) ve Martha Chase (Marta Çeys), nükleik asitlerin keşif sürecinde dönüşüme(transformasyona) protein parçalarının sebep olduğuna inanıyorlardı. Bu nedenle yeni deneyler yapmaya karar verdiler. Bakteriyofajların bakterilere bulaştıklarında hücreye bir madde gönderdiklerini biliyorlardı. Hücreye giren bu madde, bakterinin DNA'sına müdahale ediyor ve bakteriyofajların çoğalmasına sebep oluyordu. Bu maddenin ne olduğunu bulmak için 1952 yılında bakteriyofajlar (bakteri içinde çoğalan virüs) ile deneyler yapmaya başladılar. Hershey ve Chase, deneyleri sırasında fajın moleküler bileşenleri olan DNA ve proteini izlemek için radyoaktif izotop olarak ^{32}P ve ^{35}S'i kullanmışlardır.



1. Deney: Radyoaktif ^{32}P içeren ortama *E. coli* bakterileri ile bakteriyofajlar ilave edilir. Bakteri hücresinde faj DNA'ları çoğalmaya başlar. Bakteriyi öldüren fajlar incelenir ve bakteriyofajların DNA'larının radyoaktif ^{32}P taşıdığı görülmüştür. Radyoaktif izotop ^{32}P ile işaretlenmiş fajlarla işaretlenmemiş *E. coli* bakterileri aynı ortama konulmuştur. Bir süre sonra boş faj kılıflarının radyoaktif ^{32}P taşımadığı görülmüştür. Enfekte bakteri içinde ise radyoaktif ^{32}P taşıyan yeni faj DNA'ları tespit edilmiştir.

2. Deney: Radyoaktif ^{35}S içeren ortama *E. coli* bakterileri ile bakteriyofajlar ilave edilir. Bakteri hücresinde faj DNA'ları çoğalmaya başlar. Bakteriyi öldüren fajlar incelenir ve bakteriyofajların protein kılıflarının ^{35}S taşıdığı görülmüştür. Radyoaktif izotop ^{35}S ile işaretlenmiş fajlar ve işaretlenmemiş *E. coli* bakterileri aynı ortama konmuştur. Bir süre sonra boş faj kılıflarının radyoaktif ^{35}S taşıdığı görülmüştür. Enfekte bakteri içinde radyoaktif ^{35}S taşımayan yeni faj DNA'ları tespit edilmiştir.

22. Hershey ve Chase'in deneyler sonucu elde ettikleri veriler, dönüşüme neden olan maddenin protein olduğu düşüncesini destekler mi? Eğer desteklemiyorsa dönüşüme sebep olan madde nedir?

....

23. Radyoaktif izotop ^{35}S taşımayan yeni faj kılıflarının tespit edilmesi

I. Radyoaktif izotop ^{32}P içeren faj DNA'sının hücre içine giremediğini

II. Radyoaktif izotop ^{35}S içeren faj proteinlerinin hücre içine giremediğini

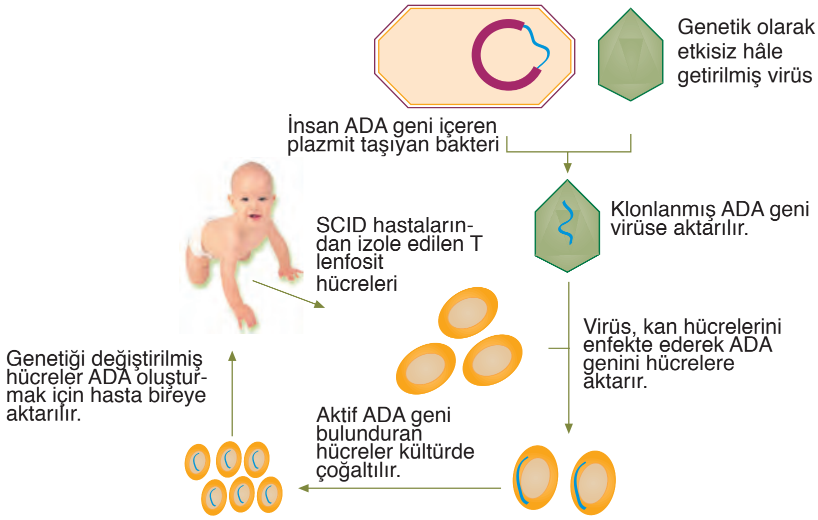
III. Bakteriyofajların çoğalması sırasında bakteri hücresindeki amino asitleri kullanmadığını gösterir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

Aşağıdaki 24 - 27. soruları verilen metne göre cevaplandırınız.

Adenozin deaminaz (ADA), pürin bazlarının yıkımıyla ilgili olan ve adenozinin amin grubunu kopararak inozine dönüşmesini sağlayan bir enzimdir. Temel etkinliği lenfosit çoğalması ve farklılaşmasıdır. ADA enziminde eksiklik, şiddetli T lenfosit işlev bozukluklarına ve dolayısıyla SCID (kombine immün yetmezliği) hastalığına neden olur. SCID nadir rastlanan, kalıtsal bir hastalıktır ve son 20 yıldır virüsler kullanılarak gen terapisi ile başarılı bir şekilde tedavi edilebilmektedir. Aşağıda bu tedavi sürecinin aşamaları gösterilmiştir.



24. ADA enziminin görevi nedir?

....

....

25. SCID hastalığının gen terapisi uygulanarak tedavi edilmesi sürecinde bakterilerin görevini açıklayınız?

....

....

26. SCID hastalığında vücuttaki hangi hücreler zarar gördüğü için bağışıklık sistemi görev <u>yapamaz</u>?

....

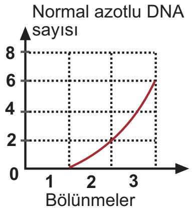
....

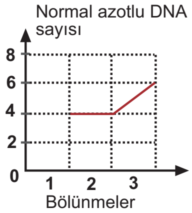
27. ADA geni ve SCID hastalığının tedavi süreciyle ilgili aşağıda verilenlerden hangisi doğru bir açıklama <u>değildir</u>?

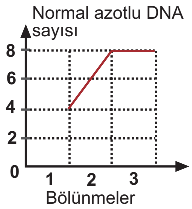
A) SCID hastalığının tedavi sürecinde virüsler vektör (taşıyıcı) olarak kullanılmıştır.
B) Tedavi sürecinden sonra bebeğin tüm hücrelerinde ADA enzimi üretilmeye başlar.
C) Bu kalıtsal hastalık, metabolizma için gerekli olan bir enzimin üretilememesinden kaynaklanır.
D) Hastalığın tedavi sürecinde, kontrollü olarak viral enfeksiyon gerçekleşmektedir.
E) Bu biyoteknolojik çalışmalara benzer çalışmalarla başka metabolik hastalıklar da tedavi edilebilir.

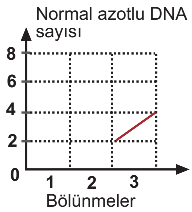
Ç) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

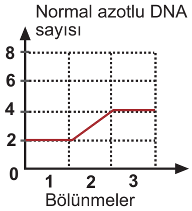
28. Ağır azotlu DNA molekülüne sahip bir bakteri hücresi, normal azot bulunan ortamda üç kez bölündüğünde sadece normal azot taşıyan nükleotitlere sahip DNA molekülü sayısındaki değişim, aşağıdaki grafiklerden hangisi ile gösterilebilir?

A)


B)


C)


D)


E)


29. Radyoaktif karbon içeren kültür ortamında *E. coli* bakterilerinin bir süre çoğalması bekleniyor. **Oluşan yeni bireylerin DNA moleküllerinde**

I. Fosfat
II. Deoksiriboz
III. Timin
IV. Riboz

moleküllerinden hangilerinin yapısında radyoaktif izotoplu karbon bulunabilir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III

D) III ve IV E) I, II ve III

30. Nükleik asitlerin yapısında yer alan

I. Adenin bazı
II. Deoksiriboz şekeri
III. Fosforik asit
IV. Urasil bazı

moleküllerinden hangileri DNA ve RNA'da ortak olarak <u>bulunmaz</u>?

A) I ve III B) I ve IV C) II ve III

D) II ve IV E) III ve IV

31. RNA çeşitlerinden

I. tRNA
II. mRNA
III. rRNA

hangileri protein sentezi sırasında amino asitlerin birbirine bağlanmasında enzim gibi davranabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

32. Yapay doku ve organ üretimi ile ilgili

I. Yeterli doku ve organ bağışçısının olmaması
II. Doku ve organ reddi
III. Bağışıklığı baskılayıcı ilaçların kullanılmak zorunda kalınması

yukarıda verilenlerden hangileri bilim insanlarını yapay doku ve organ üretmek için çalışmalar yapmaya itmiştir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) I, II ve III

33. AAG ATG CTA dizilimine sahip DNA ipliğinin karşıt ipliği aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) AAG ATG CTA

B) TTC TAC GAT

C) TCC TAC GAA

D) TAG CAT CCT

E) ATC GTA GGA

34. Aşağıda DNA ve RNA molekülleri ile ilgili verilen bilgilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Tüm RNA'lar, DNA üzerinden sentezlenir.

B) RNA molekülleri içerisinde yalnızca tRNA'larda zayıf hidrojen bağları bulunur.

C) DNA'daki timin bazı yerine RNA'da urasil bazı bulunur.

D) Yapılarında beş karbonlu şeker bulunur.

E) tRNA molekülünün antikodonunda birden fazla amino asit şifresi bulunur.

35. Ökaryot bir hücrede DNA'nın anlamlı ipliği üzerinde RNA molekülünün sentezini gerçekleştiren enzim aşağıdakilerden hangisidir?

A) DNA ligaz
B) Helikaz
C) DNA polimeraz
D) RNA polimeraz
E) RNA az

36.

I. mRNA
II. rRNA
III. tRNA

Yukarıda verilen RNA çeşitleri hücrede bulunma miktarlarına göre azdan çoğa doğru nasıl sıralanır?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III

D) II - III - I E) III - II - I

37. Polinükleotit zincirlerin yapısında bulunan pürinler ile ilgili

I. Her iki nükleik asit çeşidinde de bulunur.
II. Tek halkalı yapı gösterir.
III. NAD, FAD ve ATP gibi moleküllerin oluşumunda rol oynar.

ifadeleriden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

38. Bir nükleotitin yapısında
I. Peptit bağı
II. Ester bağı
III. Glikozit bağı
verilenlerden hangileri bulunabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve III E) I, II ve III

39. Protein sentezi sırasında gerçekleşen

I. mRNA'nın çekirdekten çıkıp sitoplazmadaki ribozomun küçük alt birimine bağlanması
II. Ribozomun küçük ve büyük alt birimlerinin birbirinden ayrılması
III. Amino asitler arasında peptit bağlarının kurulması
IV. tRNA'nın antikodonunun mRNA'nın kodonuna hidrojen bağıyla bağlanması

olaylarının meydana gelme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I - IV - III - II B) I - III - IV - II C) IV - III - II - I

D) IV - II - III - I E) III - II - I - IV

40. Hücredeki genetik materyalin organizasyon basamakları aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) Kromozom - DNA - Gen - Nükleotit
B) Kromozom - Nükleotit - Gen - DNA
C) Kod - Gen - Nükleotit - Kromozom
D) Nükleotit - Kromozom - Gen - Kod
E) Nükleotit - Kod - Kromozom - Gen

41. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamaları ile

I. Kalsitonin, insülin gibi hormonların üretilmesi

II. Endüstriyel ürünlerin yapısına katılacak yapay enzimlerin sentezlenmesi

III. Amino asit sentezini sağlayan gen aktarılmış bitkilerin protein değerinin yükselmesi

çalışmalarından hangileri gerçekleştirilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

42. Embriyonik kök hücreler ile ilgili

I. Hızlı çoğalır.

II. Tüm hücre çeşitlerine dönüşebilme yeteneği taşır.

III. Günümüzde tedavisi olmayan hastalıklara yakın gelecekte tedavi olanağı sağlayacağı düşünülmektedir.

bilgilerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

43.

I. Transgenik ürünlerin olası risklerinin değerlendirilmesi ve kontrol altına alınması

II. Modern biyoteknolojinin insan sağlığına ve çevreye zarar vermeden uygulanması

III. Biyoçeşitliliğin korunması

yukarıda verilenlerden hangileri biyogüvenliğin amaçlarındandır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) I, II ve III

44. Kesilen gen ve plazmit DNA'sında nükleotitlerden oluşan yapışkan uçlar bulunur. Bu uçlar, enzim ile birleştirilerek klonlanacak gen plazmite eklenmiş olur. Plazmit ise farklı kaynaktan gelen iki DNA'nın kombinasyonu olduğu için rekombinant DNA molekülü olur.

Yukarıda belirtilen farklı DNA parçalarının uyumlu uç kısımları, aşağıdaki enzimlerin hangisi ile birleştirilir?

A) DNA polimeraz

B) DNAaz

C) Restriksiyon enzimleri

D) DNA ligaz

E) RNA polimeraz

45. Bir canlıdaki mRNA'lar ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi <u>söylenemez</u>?

A) Canlının aynı hücresi içerisinde farklı nükleotit dizilişine sahip mRNA'lar üretilebilir.

B) Bir mRNA aynı özellikteki proteinin sentezinde tekrar tekrar kullanılır.

C) Hücrelerde sentezlenen bir mRNA, hücrelerin hayatı boyunca aynı proteinin sentezinde kullanılabilir.

D) Canlının farklı hücrelerinde aynı nükleotit dizisine sahip mRNA'lar bulunabilir.

E) Canlının değişik hücrelerindeki mRNA'larfarklı nükleotit dizilişine sahip olabilir.

46. Toplam nükleotit sayısı bilinen bir DNA molekülünde

I. Baz sayısı

II. Pürin sayısı

III. Bir ipliğindeki toplam nükleotit sayısı

yukarıda verilenlerden hangilerine ulaşılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) I, II ve III

47. Bir hücrede gerçekleşen protein sentezi sırasında kurulacak peptit bağ sayısı

I. mRNA üzerinde yer alan kodon sayısı
II. Kullanılan tRNA sayısı
III. Kullanılan amino asit çeşit sayısı

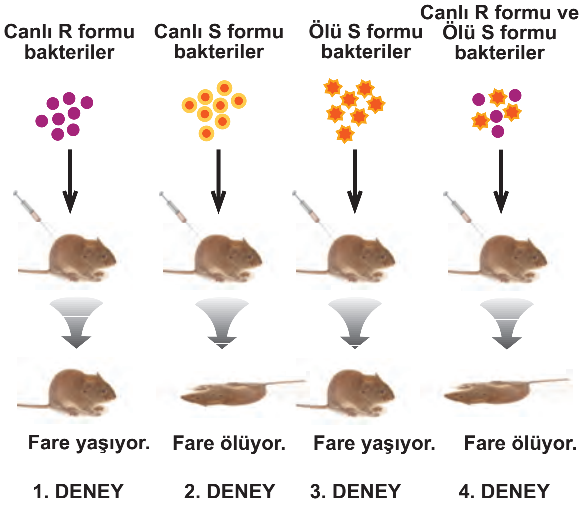
verilenlerden hangilerine bağlı olarak değişir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

48. Zatürre hastalığına neden olan bakteri türü *Streptococcus pneumoniae'dir*. Bu bakterinin iki formu vardır.

-- Kapsüllü : S formu
-- Kapsülsüz : R formu

Aşağıdaki deneylerde kapsüllü ve kapsülsüz bakteriler kobaylara enjekte edilerek çeşitli sonuçlar elde edilmiştir.



Bu deneylerden

I. Bakterilerde kalıtsal çeşitlilik görülmez.

II. Canlı bakteriler, ölü bakterinin özütünden DNA parçalarını alarak genotiplerini değiştirebilir.

III. Kapsül özelliği bu bakteri türünün hastalık yapabilme gücünü artırmaktadır.

şeklinde belirtilen sonuçlardan hangileri çıkarılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

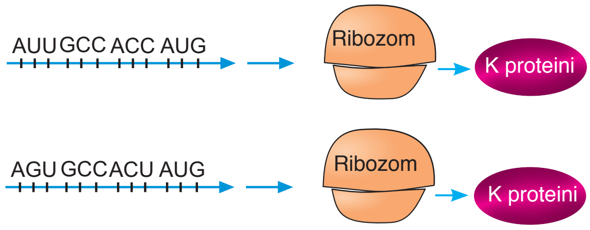
49.

I. Canlı klonlama
II. Kök hücre tedavileri
III. Yapay döllenme

Yukarıda verilenlerden hangileri biyoetiğin inceleme alanına girer?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

50. Farklı nükleotit dizilimlerine sahip iki mRNA zinciri aynı çeşit proteini aşağıda verilen şekilde sentezlemektedir.



Bu sentezle ilgili

I. Sentezlenen proteinlerin amino asit sırası birbirinden farklıdır.

II. Farklı kodonlar aynı çeşit amino asidi şifreleyebilir.

III. Aynı kodon çeşidi farklı amino asitleri şifreleyebilir.

yukarıda verilenlerden hangilerine ulaşılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

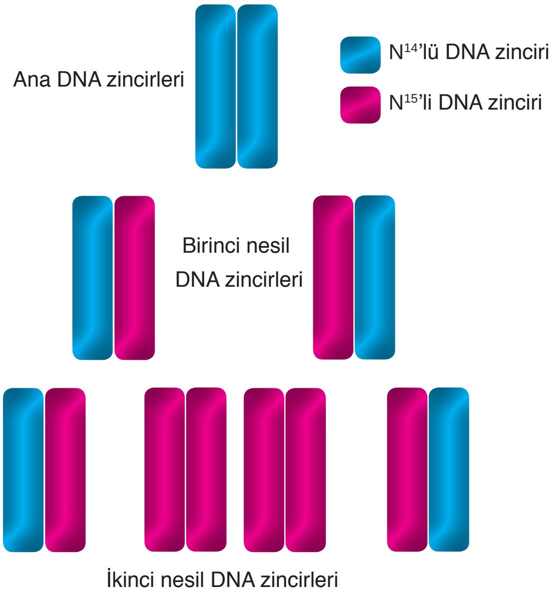
51.

I. Poliploidi
II. Yapay döllenme
III. Kefir üretimi

Yukarıda verilenlerden hangileri klasik biyoteknolojik yöntemlerden <u>değildir</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

52. N^{14}'lü nükleotit zincirlerine sahip bir DNA'nın N^{15}'li nükleotitlerin bulunduğu ortamda yarı korunumlu olarak iki nesil çoğalması aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Bu DNA molekülünün kendini eşlemesi ile ilgili olarak

I. Her bölünmede melez DNA sayısı ve oranında artış olur.

II. Tüm nesillerde N^{14}'lü nükleotit taşıyan DNA zinciri sayısı aynıdır.

III. Her bölünme sonucu N^{15}'li zincir taşıyan DNA sayısında artış olur.

verilenlerden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I　B) Yalnız II　C) I ve III

D) II ve III　E) I, II ve III

53. İnsan Genom Projesinin amaçları arasında aşağıda verilenlerden hangisi <u>yer almaz</u>?

A) Organ nakillerinde doku uyumunun sağlanması

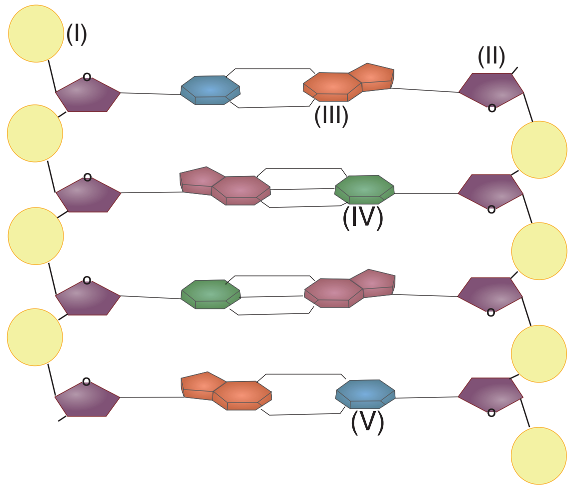
B) Genom Projesiyle birçok kanser çeşidine çözüm bulunabilmesi

C) İnsan üreme hücrelerine doğrudan rekombinant DNA eklenmesi

D) Toplumların akrabalıklarının araştırılması

E) Genetik yapıya özgü ilaçların geliştirilmesi

54. Aşağıda DNA'nın yapısına katılan moleküller şekil üzerinde gösterilmiştir. Yapıya katılan moleküllerden bazıları numaralandırılmıştır.



Numaralandırılan moleküllerden hangileri RNA'nın yapısına <u>katılmaz</u>?

A) Yalnız II　B) I ve IV　C) II ve V

D) II, IV ve V　E) III, IV ve V

55. Biyoteknolojik çalışmalar içerisinde incelenen gen klonlaması, rekombinant DNA teknolojisi gibi çalışmalar düşünüldüğünde aşağıdakilerden hangisi <u>söylenemez</u>?

A) Gen aktarılan canlılarda daha önceden sentezlenemeyen bazı proteinlerin sentezi gerçekleşebilir.

B) Rekombinant DNA aktarılan bitki türleri, çeşitli tarım zararlılarına dirençli hâle gelebilir.

C) Bu çalışmalar, farklı canlılara ait kalıtsal moleküllerin başka bir canlı tarafından kullanılabildiğini göstermektedir.

D) Gen transferi çalışmalarında gen transferi yapılan canlıların nükleotit dizilimi değişmektedir.

E) Biyoteknolojik çalışmaların tümü yeryüzündeki tür sayısının artışına neden olmaktadır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları veya faaliyetleri geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızı tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.



CANLILARDA ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ

2. ÜNİTE

Yüzmek, yoğun kas faaliyeti ve enerji gerektiren sportif bir faaliyettir. Görseldeki yüzücünün bu faaliyeti gerçekleştirmesi sırasında başta iskelet ve kas sistemi olmak üzere tüm vücudu bol miktarda enerji tüketir. Peki, tüketilen bu enerjinin temel kaynağı nedir? Canlılar, varlıklarını devam ettirmek için beslenmek zorundadır. Besinlere enerji nasıl aktarılmaktadır? Besinlerdeki enerji, canlılar tarafından kullanılan enerjiye nasıl dönüşmektedir? Enerjinin Korunumu Kanununa göre var olan enerji yok olmaz, başka enerji formlarına dönüşür. Bu dönüşüm nasıl gerçekleşmektedir? Enerji dönüşümünde etkili olan olaylar nelerdir? Bu sorulara "Canlılarda Enerji Dönüşümleri" ünitesinde cevap bulmaya çalışacağız.

1. BÖLÜM

ANAHTAR KAVRAMLAR

- ATP
- ENERJİ
- ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ
- FOSFORİLASYON
- FOTOSENTEZ
- HÜCRESEL SOLUNUM
- KEMOSENTEZ

HAZIRLIK SORULARI

1. “Aç ayı oynamaz.” atasözü biyolojik açıdan ne ifade etmektedir?

2. Bir insanın yemek sırasında sadece zengin proteinler içeren besinler yemesi daha sonraki sürede metabolik hızını nasıl ekiler?

3. Küçük bir kır faresinin hayatını sürdürebilmek için 24 saat içinde kendi ağırlığı kadar yiyeceği bulmak zorunda olmasının nedenleri neler olabilir?



2.1. CANLILIK VE ENERJİ

2.1.1. ENERJİ VE YAŞAM

Canlıların en küçük işlevsel ve yapı birimi olan hücre, canlılığını devam ettirebilmek için yapım ve yıkım tepkimeleri gerçekleştirmektedir. Canlılarda gerçekleşen kimyasal tepkimelerin tümü **metabolizma** olarak adlandırılır. Hücrede meydana gelen metabolik faaliyetler için enerji gereklidir. Örneğin hücreler; ürettikleri ya da dış ortamdan hazır aldıkları maddeleri kendi yapılarına uygun hâle getirmek, sentez yapmak ve madde alışverişini sağlamak için enerji harcar.

Enerji, iş yapabilme kabiliyeti ve gücüdür. Bir hücrede gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların tamamlanması için enerji kullanmak gerekmektedir. İnsanlar fiziksel aktivitede bulunurken, otururken, düşünürken, konuşurken, müzik dinlerken hatta uyurken bile enerji üretir ve tüketir. Enerji; ısı, ışık, elektrik, ses, hareket, kimyasal ve nükleer enerji gibi şekillerde bulunabilir.

Enerji yok olmaz, bir formdan başka bir forma dönüşür. Örneğin sinir hücrelerindeki kimyasal enerji, elektrik enerjisine dönüşerek bilgiler beyne iletilir. Kulağa gelen ses, duyu hücrelerine oradanda sinirlere aktarılır. Kulak sinirleri tarafından alınan ses, elektrik enerjisine dönüştürülerek beyne iletilir ve böylece duyma gerçekleşir.

Bir cismin ya da sistemin hareketinden dolayı sahip olduğu enerjiye **kinetik enerji** denir. Örneğin buz parçasından koşarak suya atlayan penguenlerin hareketlerinden dolayı kinetik enerjileri artar (Görsel 2.1). Durağan hâldeki bir cismin ya da maddenin biriktirdiği varsayılan enerjiye ise **potansiyel enerji** adı verilir. Örneğin fotosentez sonucu üretilen organik besinlerin yapısında depolanan kimyasal bağ enerjisi bir potansiyel enerjidir. Bu iki enerji formu da birbirine dönüşebilir. Hayvanlarda potansiyel enerji, kinetik enerjiye; kinetik enerji de potansiyel enerjiye dönüştürülerek yaşamsal faaliyetler sürdürülür.



Görsel 2.1: Hareket eden nesneler kinetik enerjiye sahiptir.

Enerjinin hücrelerde üretimi, başka formlara dönüşümü, bir hücreden diğer bir hücreye ya da bir canlıdan başka bir canlıya aktarılması ekosistemlerin devamlılığı açısından oldukça önemlidir. Canlıların kullandığı enerji çeşitlerinin çoğunun kaynağı Güneş enerjisidir.

ARAŞTIRMA

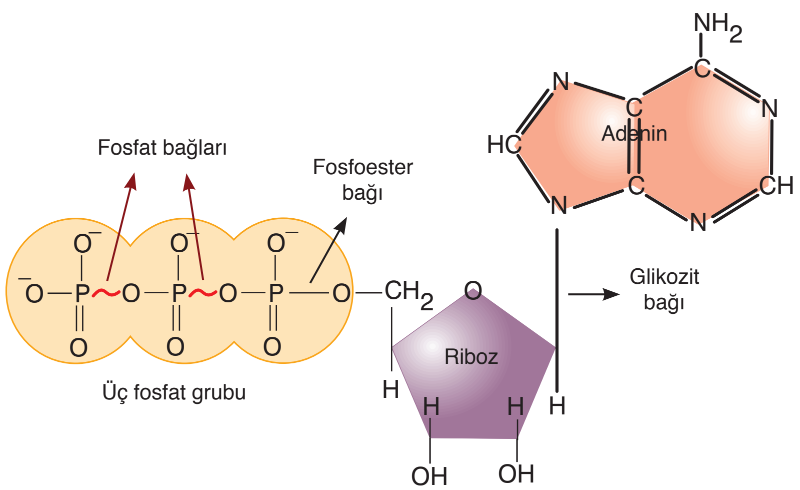
Yaşamsal faaliyetleri sürdürebilmek için neden enerji kaynaklarına ihtiyaç duyarız? Niçin vücudumuzda var olan enerjiyi, kendi içimizde basit bir döngü hâlinde kullanamıyoruz? Araştırınız.

Enerjinin Temel Molekülü ATP (Adenozin trifosfat)

Canlılar, metabolik faaliyetleri için gerekli olan enerjiyi ürettikleri ya da dış ortamdan hazır aldıkları besinlerden sağlar. Fotosentetik canlılar, Güneş enerjisini kullanarak besin üretir. Besinlerdeki kimyasal enerji, doğrudan kullanılamaz. Canlılar, hücresel solunumla besinlerden elde ettikleri kimyasal enerjiyi ATP adı verilen özel bir molekülün yapısında kimyasal bağ enerjisi olarak tutar.

ATP, tüm yaşamsal faaliyetlerde kullanılan enerji kaynağıdır. Her hücre, metabolizması için gerekli olan ATP'yi kendisi sentezler. ATP; depolanmaz, anlık olarak üretilir ve tüketilir. ATP; elektrik, ısı, kimyasal enerji gibi başka formlara kolayca dönüşebilir.

ATP molekülünün yapısında; adenin bazı, beş karbonlu riboz şekeri ve üç tane fosfat grubu bulunur. Adenin bazı ve riboz şekeri arasında glikozit bağı kurulur, oluşan yeni yapı **adenozin** adını alır. Adenozin molekülüne fosfoester bağıyla fosfat grubu bağlanır. Adenozin ve bir fosfatın birleşmesi ile oluşan yapıya **adenozin monofosfat (AMP)**, iki fosfatın birleşmesi ile oluşan yapıya **adenozin difosfat (ADP)**, üç fosfatın birleşmesi ile oluşan yapıya **adenozin trifosfat (ATP)** denir. ATP, yapı olarak RNA molekülündeki adenin nükleotide benzer. Tek farkı, yapısında bir yerine üç tane fosfat grubu bulundurmasıdır (Görsel 2.2).



Görsel 2.2: ATP'nin yapısı

EK BİLGİ

ATP molekülündeki fosfat bağları, diğer organik moleküllerdeki birçok kimyasal bağa göre daha zayıf ve kararsızdır. Kararsız olan bu bağların hidrolizi ile enerji açığa çıkar. ATP'nin hidrolizi ile oluşan ADP ve fosfat grubu, ATP molekülünden daha kararlıdır.

ATP hidroliz edildiğinde fosfat grupları arasındaki bağlar kopar. Bir fosfat bağının kopmasıyla ATP, ADP'ye dönüşür ve enerji açığa çıkar. Bu şekilde enerji açığa çıkaran tepkimelere **ekzergonik tepkimeler** denir. Standart koşullar altında laboratuvar ortamında 1 mol ATP'nin hidrolizi ile 7,3 kcal enerji açığa çıkar. Ancak bu olay hücre içinde gerçekleşirse yaklaşık 13 kcal enerji elde edilir.

$$ATP + H_2O \longrightarrow ADP + P_i + Enerji$$

Ekzergonik tepkimelerle açığa çıkan enerji, çeşitli metabolik faaliyetlerde kullanılır. Gerçekleşmesi için enerjiye ihtiyaç duyulan bu çeşit tepkimelere **endergonik tepkimeler** denir. Hücrede gerçekleşen yıkım tepkimeleri ekzergonik, yapım tepkimeleri ise endergonik reaksiyonlara örnektir. ATP, aynı hücrede hem üretilir hem de tüketilir. ATP, yenilenebilen biyolojik bir enerji kaynağıdır.

Organik maddelere fosfat grubu eklenmesine **fosforilasyon**; organik maddelerden fosfat grubu koparılmasına ise **defosforilasyon** denir. ADP molekülüne bir fosfat grubu eklenerek ATP sentezlenmesi, fosforilasyona; ATP'den bir fosfat grubu koparılarak ADP elde edilmesi defosforilasyona örnektir.

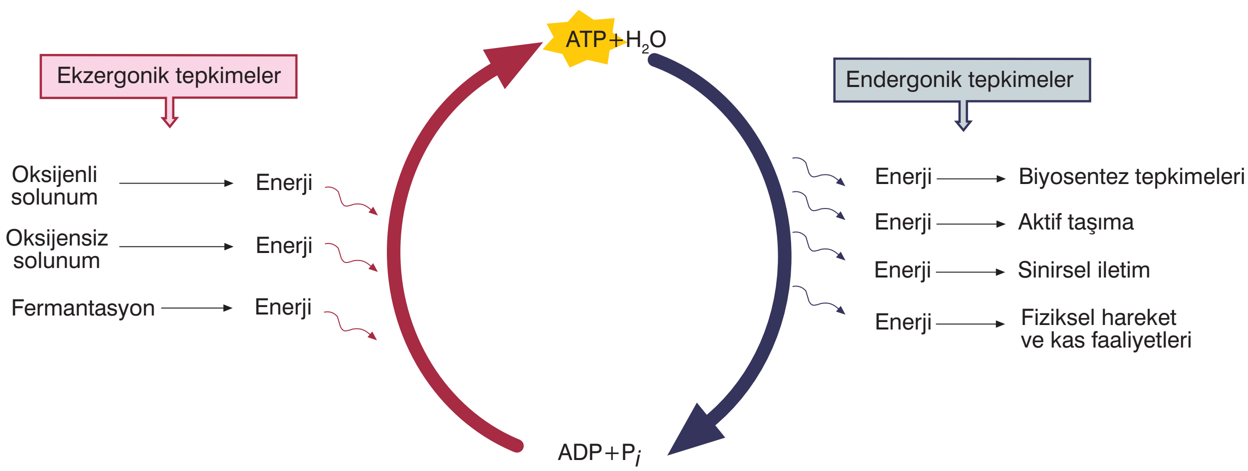
$$ADP + P_i + \text{Enerji} \underset{\text{Defosforilasyon}}{\overset{\text{Fosforilasyon}}{\rightleftharpoons}} ATP + H_2O$$

ATP'nin yıkılıp yeniden sentezlenmesi **ATP döngüsü** olarak ifade edilir. ATP döngüsü, endergonik ve ekzergonik tepkimeler arasında köprü kuran çok önemli bir olaydır. Çünkü ekzergonik tepkimeler sonucu açığa çıkan enerji, endergonik tepkimelere enerji taşıma görevi üstlenen ATP molekülü ile transfer edilir.

ATP enerjisi; sinirsel iletim, kas hareketleri, protein sentezi, aktif taşıma, bölünme gibi hücresel olaylarda harcanır (Görsel 2.3).

Enerji dönüşüm olayları sırasında Güneş ışığındaki enerjinin tamamı tutulamaz ya da aktarılamaz. Bir kısmı ısı enerjisi olarak dışarı verilir. Bu nedenle enerji dönüşüm ve tüketim olaylarında mutlaka ısı enerjisi açığa çıkar.

Hücrelerde ATP döngüsü, oldukça hızlı gerçekleşir. Örneğin çizgili kas hücresi, bir saniyede yaklaşık on milyon ATP molekülünü tüketir ve yeniden üretir. ATP, endergonik ve ekzergonik tepkimeler arasında enerji transferi sağlayan organik bir moleküldür. ATP bu özelliğiyle enerji gerektiren metabolik olayların kesintisiz devam etmesini sağlar.



Görsel 2.3: ATP döngüsü

EK BİLGİ

Substrat düzeyinde fosforilasyon ve oksidatif fosforilasyon ile üretilen ATP'ler, çeşitli metabolik olaylarda tüketilirken; fotofosforilasyonla üretilen ATP'ler, ökaryotlarda sadece fotosentez reaksiyonlarında kullanılır.

Fosforilasyon Çeşitleri

ATP sentezi, kullanılan enerji kaynağına göre canlılarda 3 şekilde gerçekleşir.

1. Substrat Düzeyinde Fosforilasyon

Hücrelerde enzimler yardımıyla çeşitli organik maddelerden (substrat) ayrılan fosfat grubunun ADP'ye eklenerek ATP sentezlenmesine **substrat düzeyinde fosforilasyon** denir. Oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve fermantasyon yapan tüm canlılarda görülür. Enerji verici organik moleküllerden ATP üretilmesine **hücresel solunum** denir.

2. Oksidatif Fosforilasyon

Yüksek enerjili elektronları alıp indirgenme ve yükseltgenme tepkimelerini gerçekleştiren molekül sistemine **elektron taşıma sistemi (ETS)** denir. Organik moleküllerden ayrılan yüksek enerjili elektronların ETS aracılığıyla oksijene aktarılması sırasında kademeli olarak ATP sentezlenmesine **oksidatif fosforilasyon** denir. Bu tip fosforilasyon, ökaryot hücrelerin mitokondrileri ile bazı prokaryotların hücre zarının sitoplazmaya doğru yapmış olduğu kıvrımlarında gerçekleşir. Bazı prokaryot canlıların inorganik maddeleri okside ederek elde ettikleri enerji ile inorganik maddelerden organik madde sentezlemelerine **kemosentez** denir. Kemosentetik canlılar da oksidatif fosforilasyonla enerji üretir. Kemosentezde fotosentezden farklı olarak ışık enerjisi yerine kimyasal enerji kullanılır. Bu yüzden fotosentez sadece ışık varlığında gerçekleşirken kemosentez gece gündüz gerçekleşir.

3. Fotofosforilasyon

Klorofil pigmenti taşıyan ototrof canlıların ışık enerjisi yardımıyla inorganik maddelerden organik madde sentezlemelerine **fotosentez** denir. Klorofil pigmenti bulunduran ökaryot ve prokaryot hücrelerde ışık enerjisi yardımıyla oluşan yüksek enerjili elektronlardan elektron taşıma sistemi ile kademeli olarak yapılan ATP sentezine **fotofosforilasyon** denir. Sadece fotosentetik canlılar fotofosforilasyonla ATP üretir.

ETKİNLİK: Soru

Aşağıda numaralar ile verilen ifadeleri, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz.

A	B
1. Fotofosforilasyon (.........)	a. Fotosentetik canlılarda görülür.
2. Substrat düzeyinde fosforilasyon (.........)	b. Hücresel solunum yapan tüm canlılarda görülür.
3. Oksidatif fosforilasyon (.........)	c. Bazı prokaryot ve ökaryot canlılarda görülür.
	ç. Sadece bitkisel hücrelerde görülür.

2. BÖLÜM

ANAHTAR KAVRAMLAR

- FOTOLİZ
- FOTOSENTEZ
- IŞIK
- KLOROFİL
- KLOROPLAST

HAZIRLIK SORULARI

1. Bitkinin büyümesi ve gelişmesi için ışık neden gereklidir?

2. Modern şehirlerde belirli bölgeler neden park ve bahçe gibi yeşil alanlara ayrılır?

3. Bilim insanları, fabrikaların ya da kalabalık caddelerin yakınlarına fotosentez yapan canlılardan alglerin konulmasını neden önermektedir?

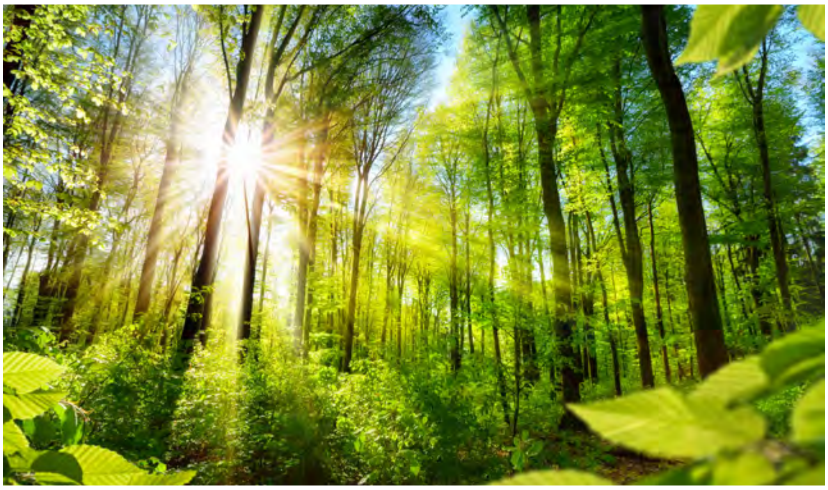


2.2. FOTOSENTEZ

2.2.1. FOTOSENTEZİN CANLILAR İÇİN ÖNEMİ

Canlılar, ihtiyaç duydukları enerjiyi ya kendi ürettikleri ya da ortamdan hazır aldıkları besinlerden sağlar. Besinlerin içerisine enerji nasıl aktarılmaktadır? Tüm canlılar tarafından tüketilen besinler nasıl sentezlenmektedir? Fotosentezin canlılar için önemi nedir?

Yeryüzündeki birçok canlı için gerekli olan enerjinin kaynağı Güneş'tir (Görsel 2.4). Canlıların Güneş enerjisini doğrudan kullanması ya da bu enerjiyi depolaması mümkün değildir. Güneş'ten gelen ışık enerjisinin canlıların kullanılabileceği enerji şekline dönüşmesi fotosentez ile sağlanır.



Görsel 2.4: Birçok enerjinin temel kaynağı, Güneş ışığıdır.

Klorofil taşıyan canlıların ışık enerjisini kullanarak inorganik maddelerden organik madde sentezlemelerine **fotosentez** denir. Mor kükürt bakterileri gibi fotosentetik bakteriler, siyanobakteriler, bazı arkeler, öglena ve alg gibi protistler ve bitkiler fotosentez yapan canlılardır. Yeryüzündeki canlıların büyük bir kısmı, enerji ihtiyaçlarını karşılamak için doğrudan ya da dolaylı olarak fotosenteze bağımlıdır. İnorganik maddelerden organik madde sentezleyen canlılara **ototrof canlılar** denir. Organik madde sentezi sırasında ışık enerjisini kullanan ototroflara ise **fotoototroflar** denir. Organik besinleri sentezleyemeyen ve dışardan hazır olarak alan canlılara **heterotrof canlılar** denir. Heterotrof canlılar, besin ihtiyaçlarını ototroflardan ya da diğer heterotroflardan karşılar. Dolayısıyla fotosentez, ekosistemlerde besin ve enerji akışının temelini oluşturan en önemli biyolojik olaydır. Bitkiler fotosentez için gerekli olan su ve mineralleri, kökleri ile topraktan alırken CO_2'yi ise atmosferden alır. Fotosentezde oluşan O_2'nin fazlası atmosfere verilir. Fotosentez büyük oranda okyanus, deniz, akarsu ve göllerde yaşayan milyonlarca fitoplankton tarafından gerçekleştirilmektedir.

Fotosentez Sürecinin Anlaşılmasına Katkı Sağlayan Bilim İnsanları ve Çalışmaları

Joseph Priestley (Yosef Prestliy)

Joseph Priestley, Ağustos 1774'te oksijeni keşfetti, oksijenin solunum ve yanma olayları için gerekli olduğunu gösterdi. Priestley, bitkilerin oksijen üreterek havayı temizlediğini de keşfetmiştir. Bitkilerin havayı temizleyerek yanma süresini etkileyen oksijeni ürettiğini ispatlamak için bir kavanozun altına yanan bir mum ve canlı bir bitki koymuş ve mumun daha uzun süre yandığını göstermiştir.

Theodore De Saussure (Teodor Dö Sosü)

Theodore De Saussure, 1820'li yıllarda bitkilerin ışık varlığında aldığı karbondioksit ve verdiği oksijen miktarını ölçmeyi başarmıştır. Ayrıca bitkilerin azotu havadan değil topraktan suda çözünmüş tuzlarla aldığını ileri sürmüştür.

Cournelius Bernardus Van Niel (Kornelyüs Bernardus Van Niyıl)

C.B.Van Niel, 1930'larda fotosentezde hidrojen kaynağı olarak suyun kullanıldığını ispatlamıştır. Işık enerjisi ile parçalanan sudan açığa çıkan hidrojenlerle karbondioksitin birleşerek şekerleri oluşturduğunu savunmuştur.

Robert Hill (Rabırt Hill)

Robert Hill, 1937 yılında fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonları üzerinde çalışmıştır.

Işığa bağımlı reaksiyonlarda oksijenin kökeninin karbondioksit olmadığını fotosentezde kullanılan su olduğunu ispatlamıştır.

Melvin Calvin (Melvin Kalvin)

Melvin Calvin, 1946 yılından itibaren fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonları üzerinde çalışmış ve karbon metabolizmasını tüm ayrıntılarıyla açıklamıştır. Bu çalışmasından dolayı Melvin Calvin'e 1961'de Nobel Ödülü verilmiştir.

Fotosentez ve Fotosentezin Gerçekleştiği Yapılar

Kloroplast

Fotosentez, ökaryot canlılarda kloroplast organelinde gerçekleşir. Kloroplast, bir bitkinin yeşil olan tüm kısımlarında bulunur. Yapısında karbonhidrat, lipit, protein, DNA, RNA gibi organik maddelerle **klorofil** adı verilen pigment bulunur.

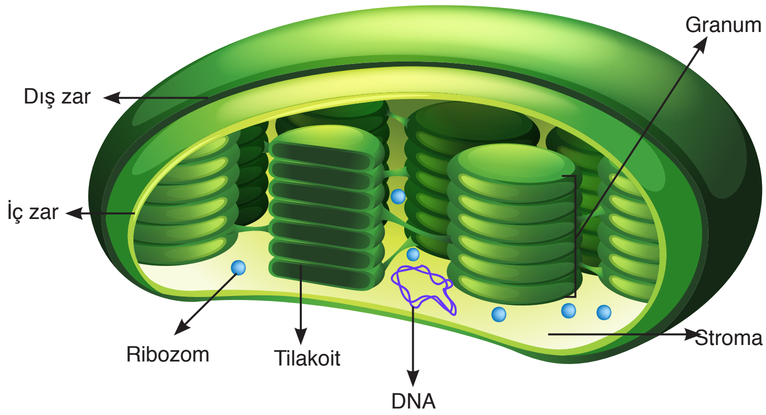
Kloroplastın dışında seçici geçirgen yapılı ve çift katlı zar bulunur. İç kısmı ise **stroma** adı verilen sıvı ile doludur. Bu sıvıda; DNA, RNA, ribozom ve fotosentez için gerekli enzimler yer alır.

Fotosentez sonucu üretilen glikoz molekülleri, geçici olarak kloroplastlarda depolanır. Kloroplast; stromada yer alan DNA, RNA ve ribozomlar sayesinde metabolik işlevler için gerekli olan proteinleri üretir, çekirdek kontrolünde kendini eşleyerek sayısını artırabilir.

ARAŞTIRMA

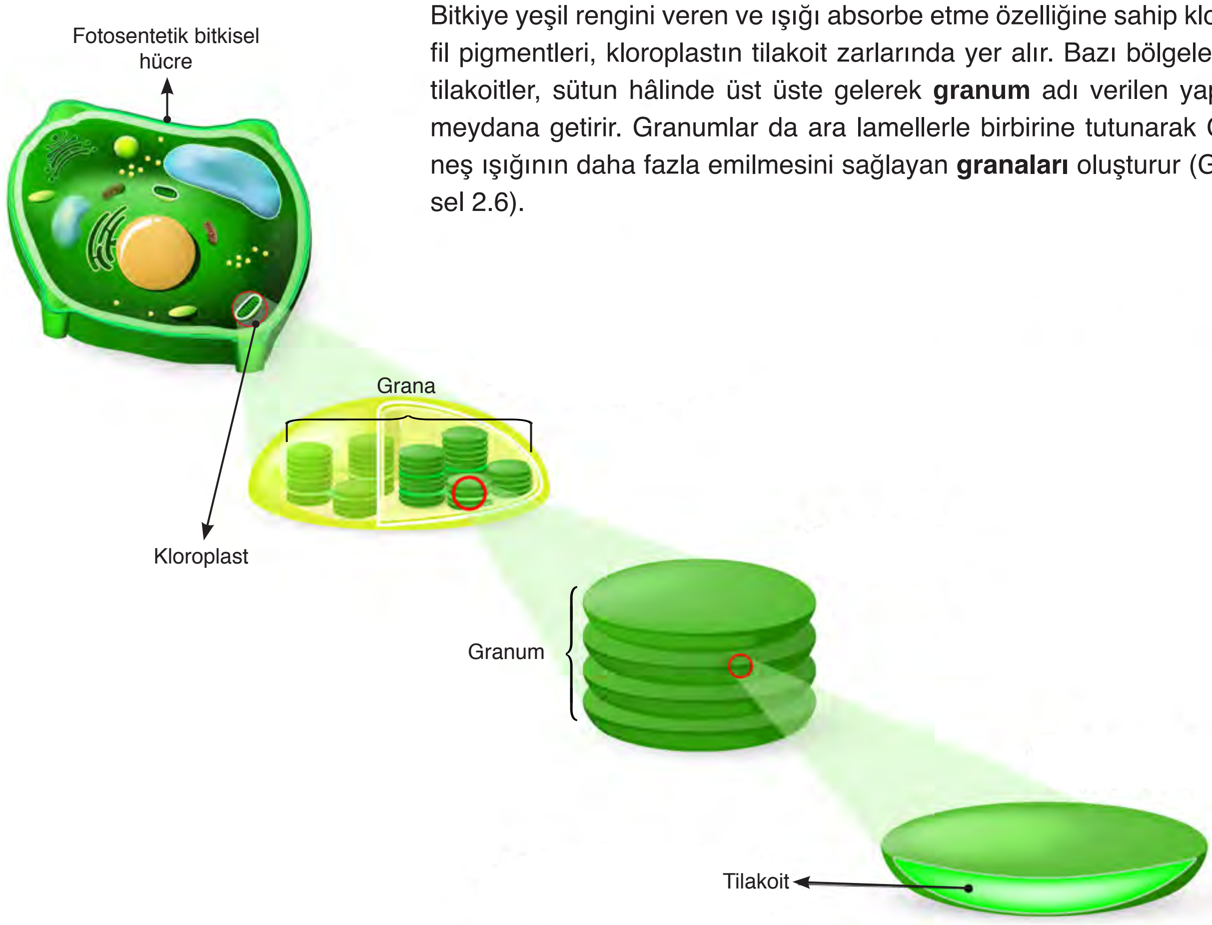
Kloroplastın görevini tam olarak gerçekleştirememesi diğer organel ve hücreleri nasıl etkiler? Araştırınız.

Stroma içerisinde keselerden oluşan ve **tilakoit** adı verilen özel bir zar sistemi bulunur (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Kloroplastın yapısı

Bitkiye yeşil rengini veren ve ışığı absorbe etme özelliğine sahip klorofil pigmentleri, kloroplastın tilakoit zarlarında yer alır. Bazı bölgelerde tilakoitler, sütun hâlinde üst üste gelerek **granum** adı verilen yapıyı meydana getirir. Granumlar da ara lamellerle birbirine tutunarak Güneş ışığının daha fazla emilmesini sağlayan **granaları** oluşturur (Görsel 2.6).



Görsel 2.6: Kloroplastta tilakoit organizasyonu

Bitkilerin kloroplast taşıyan yeşil kısımları, ışık varlığında CO_2 ve H_2O'dan organik maddeler üretir ve atmosfere O_2 verir.

Fotosentez mekanizması, 1800'lü yıllardan beri bilinmekle beraber karmaşık kimyasal reaksiyonların bazı basamakları hâlâ tam olarak aydınlatılamamıştır.

Fotosentezin kimyasal denklemi, aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{ışık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

Denklemdeki $C_6H_{12}O_6$, bir çeşit karbonhidrat olan glikozdur. Denklemde eşitliğin her iki tarafında H_2O bulunması, suyun hem tüketildiğini hem de üretildiğini gösterir.

Denklemdeki su molekül sayıları sadeleştirilirse aşağıdaki denklem elde edilir.

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{ışık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Fotosentezde karbon kaynağı, sadece CO_2'dir. Ancak hidrojen kaynakları, farklılık gösterebilir. Bitkiler ve bazı bakteriler, H_2O'yu hidrojen kaynağı olarak kullanırken; bazı fotosentetik bakteriler, H_2S (Hidrojen sülfür) yi ya da H_2'yi hidrojen kaynağı olarak kullanmaktadır. Hidrojen kaynağı değiştikçe atmosfere verilen yan ürünler de değişmektedir.

Bitkilerde, siyanobakterilerde ve alglerde

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{ışık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

Kükürt bakterilerinde

$$6CO_2 + 12H_2S \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{ışık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$$

Hidrojen bakterilerinde

$$6CO_2 + 12H_2 \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{ışık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O$$

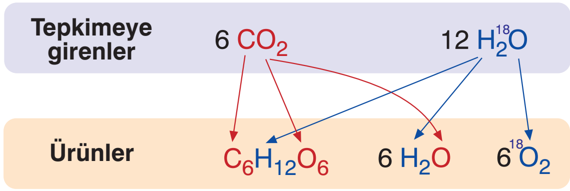
Bu denklemlere dikkatli bakılacak olursa tüm fotosentez çeşitlerinde CO_2 tüketilip $C_6H_{12}O_6$ (gilkoz) üretilmektedir. Ancak tüketilen hidrojenli bileşikler (hidrojen kaynakları), sabit olmayıp atmosfere verilecek yan ürün çeşitlerini etkilemektedir.

Bilim insanları, ağır oksijen izotopu (^{18}O) kullanarak fotosentezde üretilen oksijenlerin kaynağının CO_2 olmayıp H_2O olduğunu ispatlamışlardır. Bunun için normal oksijen atomu taşıyan CO_2 molekülü ve ağır oksijen izotopu taşıyan H_2O'yu kullanarak fotosentezi deneysel olarak gerçekleştirmişlerdir. Fotosentez sonucu açığa çıkan O_2'nin yapısında da ağır oksijen izotopları tespit etmişlerdir.

EK BİLGİ

Işığın dalga boyu ile taşıdığı enerji miktarı ters orantılıdır. Dalga boyu uzun olan ışığın enerjisi düşük, kısa olan ışığın enerjisi yüksektir. Mor dalga boylu ışık, kırmızı dalga boylu ışıktan iki kat fazla enerji bulundurur. Kısa dalga boylu, yüksek enerjili mor ötesi ışıklar; atmosferde ozon tabakası tarafından süzülür. Böylece canlılara zarar vermesi engellenmiş olur.

Karekod 2.1
Işık



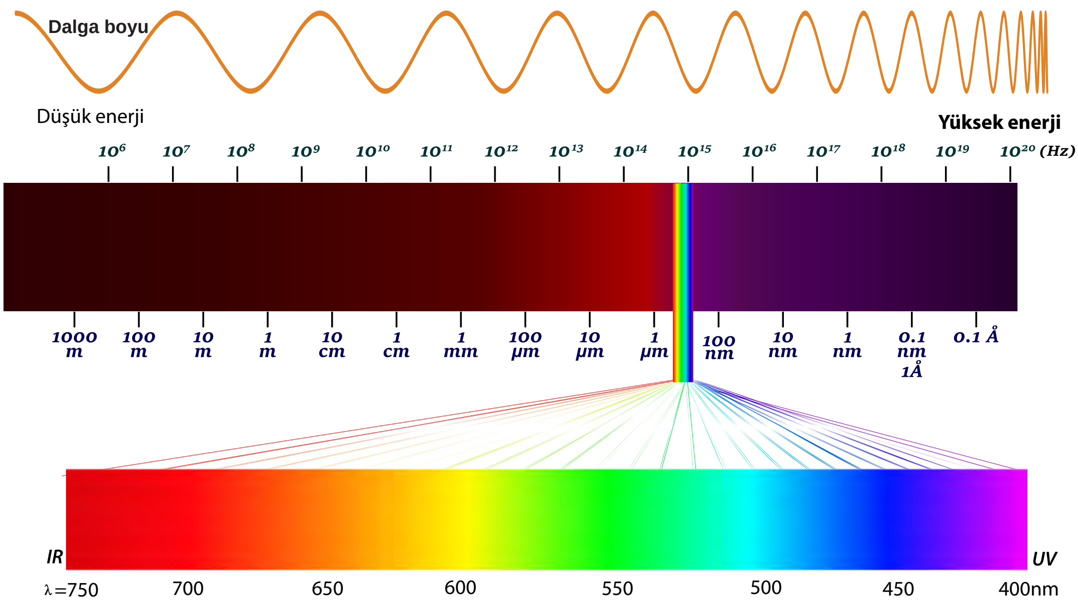
Kloroplast, granalarında yer alan klorofil pigmentleri ile ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştüren organeldir. Güneş enerjisi ile çalışır.

Işık, **elektromanyetik** denilen bir enerji şekli olup fotonlar hâlinde yayılır. **Foton**, yüksek hızla hareket eden ve enerji taşıyan taneciklerdir.

Işık dalgalar hâlinde yayılır ve ışığın iki ardışık tepe noktası arasındaki mesafeye **ışığın dalga boyu** denir. Doğada gördüğümüz veya göremediğimiz farklı dalga boylarına sahip ışıklar vardır. Işığın dalga boyu; gama ve kozmik ışınlarda olduğu gibi nanometreden (nm) küçük, radyo dalgalarında olduğu gibi kilometreden büyük olabilir. Işığın dalga boylarına göre ölçeklendirilmesiyle oluşan sıralamaya **elektromanyetik spektrum** denir (Görsel 2.7).

Elektromanyetik spektrumda yaşam için önemli olan ışıklar, yaklaşık olarak 380 nm ile 750 nm dalga boyları arasında yer alır. İnsan gözü tarafından farklı renkler hâlinde ayırt edildiği için bu ışıklara **görünür ışık** adı da verilir. Görünür ışık, aynı zamanda fotosentezde kullanılan ışıktır. Atmosfer, görünür ışığın yeryüzüne ulaşmasına olanak sağlarken diğer ışınların büyük bölümünü engeller.

Işık, saydam cisimlere çarparsa içinden geçebilir. Ayna gibi parlak yüzeyli cisimlere çarparsa yansıtılabilir, siyah renkli cisimlere çarparsa emilebilir. Fotosentez sırasında bu üç olay da aynı anda gerçekleşir.



Görsel 2.7: Elektromanyetik spektrum

Fotosentez sırasında görünür ışığı emen ve renk veren maddelere **pigment** denir. Farklı pigmentler, farklı dalga boylarındaki ışığı soğurur. Soğurulamayan ışıklar ya yansıtılır ya da geçirilir. Kloroplastta bulunan pigmentler; en çok mor ve kırmızı dalga boylu ışığı soğurur, yeşil dalga boylu ışığın çok az bir kısmını emer, diğer kısmını yansıtır. Klorofilin soğurduğu ışıklar, fotosentezde kullanılır. Yapraklar, klorofilin yansıttığı ya da geçirdiği yeşil dalga boylu ışık yüzünden yeşil renkte görülür.

Fotosentezde en önemli role sahip pigment, klorofil molekülüdür. Bu molekül; ışık enerjisini emer, yapısındaki elektronlar ile ışık enerjisini ETS elemanlarına aktarır ve ışık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüşümünü sağlar. Klorofilin yapısında; karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N) ve magnezyum (Mg) atomları bulunur.

Bitkilerde klorofilden başka pigment molekülleri de bulunur. Bunlardan bazıları, çiçek ve meyvelere renk veren karotenoitlerdir. Turuncu renkli karoten, sarı renkli ksantofil ve kırmızı renkli likopen pigmentleri bu gruba örnektir. Bitkilerde plastitlerin içinde bulunan, sarı, turuncu ve kırmızı renk veren bu pigmentlere **karotenoitler** denir.

Karotenoitler, klorofilin soğurduğu ışıktan farklı dalga boyundaki ışıkları soğurarak klorofile aktarır. Bazı karotenoitler, fazla ışığı emerek klorofil molekülünün zarar görmesine engel olur. Fotosentez hızı ile görünür ışık spektrumu arasındaki ilişki, 1883 yılında Theodore Engelmann (Teodor Engılmın) tarafından yapılan bir deneyle gösterilmiştir.

Engelmann, ipliksi alg kullanarak yaptığı deneyde algin farklı kısımlarının farklı dalga boyunda ışığa maruz kalmasını sağlamıştır. Algin hangi kısımda daha çok fotosentez yaparak oksijen çıkardığını saptamak için oksijenli solunum yapan bakteriler kullanmıştır. Algin mor, mavi ve kırmızı dalga boylu ışığın düştüğü bölgelerinde bakterilerin daha çok kümeleştiğini görmüştür.

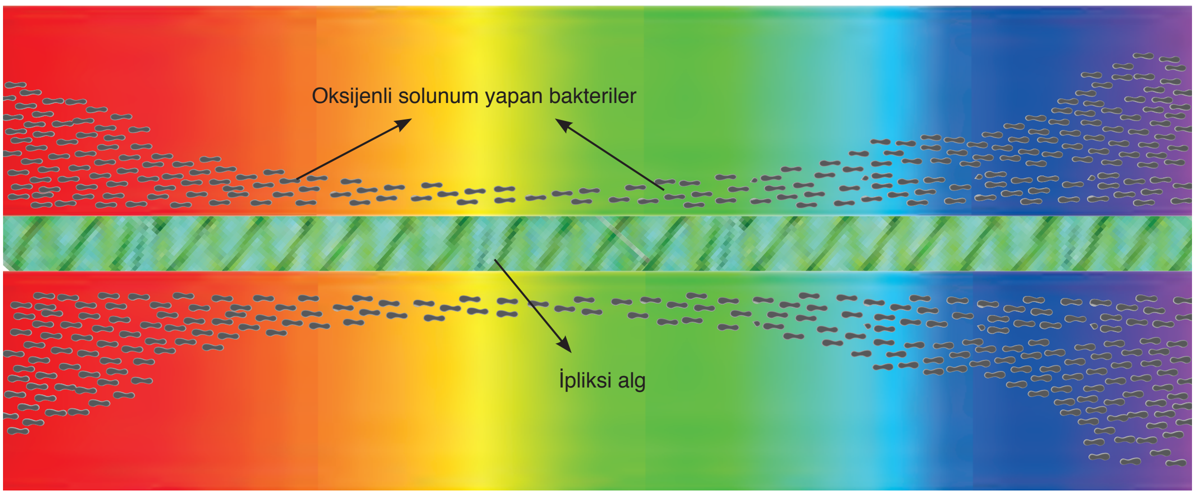
Engelmann yaptığı bu deneyle; klorofilin en çok mor, mavi ve kırmızı dalga boylu ışığı soğurduğunu ve fotosentezin bu ışıkların düştüğü kısımlarda daha hızlı gerçekleştiğini ispatlamıştır (Görsel 2.8).

EK BİLGİ

Bir nanometre (nm), bir metrenin milyarda biridir (1nm = 10^{-9} m). 380 nm'den kısa dalga boylu ışıklara **mor ötesi**, 750 nm dalga boyundan daha uzun olan ışıklara **kızıl ötesi** denir. İnsan gözü, mor ve kızıl ötesi ışıkları göremez.

EK BİLGİ

Fe (Demir), klorofilin yapısına katılmadığı hâlde klorofil sentezi için gerekli bir mineraldir. Demir, klorofil sentezinde görev alan enzimin yapısına kofaktör olarak katılır. Bu nedenle demir açısından fakir topraklarda yetişen bitkiler, yeterli miktarda klorofil sentezleyemedikleri için bu bitkilerin fotosentez hızları ve buna bağlı olarak gelişimleri de yavaş olur.



Görsel 2.8: Engelmann deneyi

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 2.1

Etkinliğin Adı: Fotosentezin önemi

Etkinliğin Amacı: Fotosentezin gerçekleşmemesi durumunda ortaya çıkabilecek sonuçların kavranmasını sağlamak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Bilgisayar, etkileşimli tahta ve sunu hazırlama programları

Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Fotosentezin gerekliliği ile ilgili resim, video ve animasyon gibi görsel materyallerden yararlanarak sunu hazırlayınız.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.

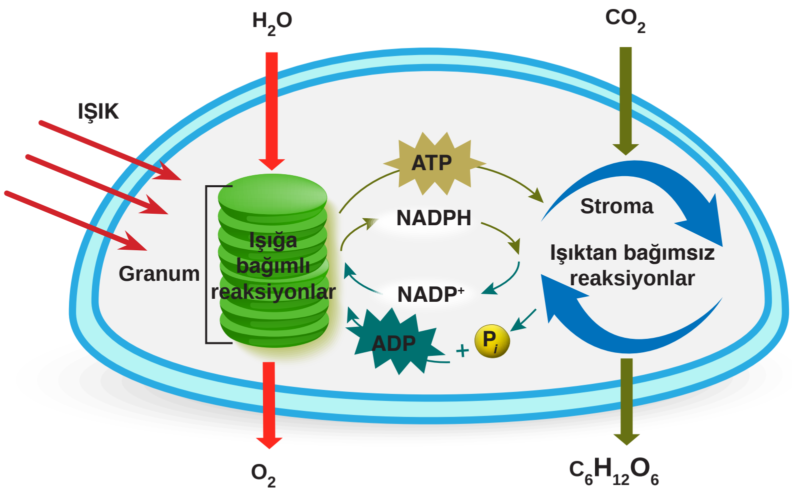
Sonuçlandırma

1. Fotosentetik canlıların bir anda yok olduğunu düşününüz. İnsanlar ve diğer canlılar bu durumdan nasıl etkilenirdi? Belirtiniz.

2. Fotosentez neden önemlidir?

2.2.2. FOTOSENTEZ REAKSİYONLARI

Fotosentez, birden fazla basamağa sahip olan iki farklı reaksiyon şeklinde gerçekleşir. Bunlar **ışığa bağımlı reaksiyonlar** ve **ışıktan bağımsız reaksiyonlar** adını alır (Görsel 2.9).



Görsel 2.9: Işığa bağımlı ve ışıktan bağımsız reaksiyonlar

1. Işığa Bağımlı Reaksiyonlar

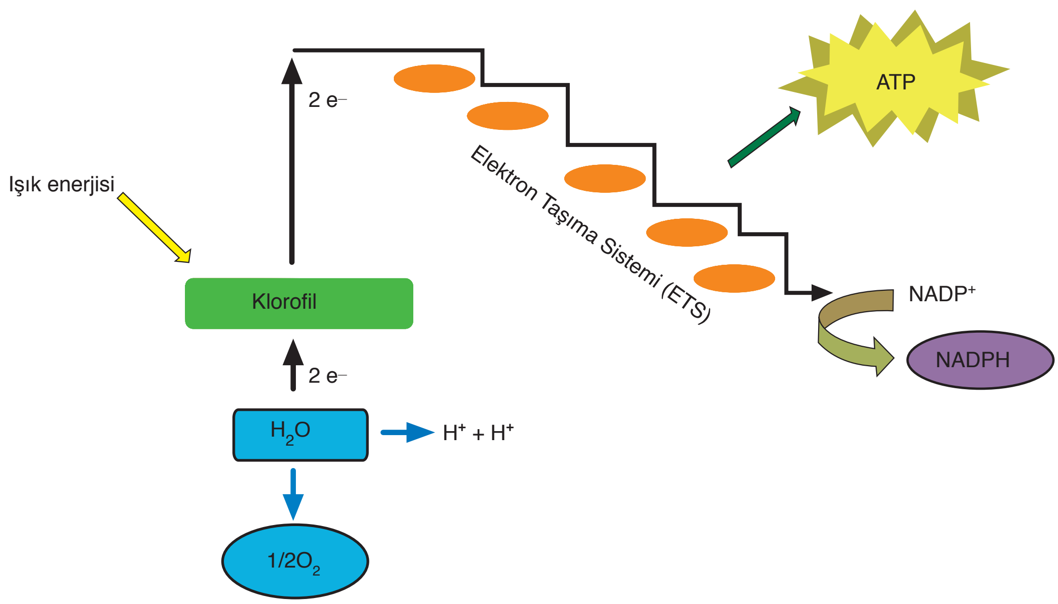
Işığa bağımlı reaksiyonlar; ökaryot hücrelerdeki kloroplastın granalarında, prokaryotların hücre zarı kıvrımlarında gerçekleşir. Bu reaksiyonlar ışık olmadan gerçekleşmez. Bu evrede; ışık enerjisi, kimyasal enerjiye dönüştürülüp ATP içerisinde geçici olarak depolanır. Ayrıca klorofil tarafından soğurulan ışığın bir kısmı ile su molekülleri parçalanır. Bu olaya **fotoliz** denir.

Suyun parçalanması ile açığa çıkan hidrojenler (H^+), bir çeşit koenzim olan $NADP^+$ (nikotinamid adenin dinükleotit fosfat) ile tutularak NADPH molekülü üretilir. Fotoliz sonucu açığa çıkan oksijenin fazlası, atmosfere bu evrede verilir.

Robert Hill, 1937 yılında ortamda ışık, su ve uygun bir hidrojen yakalayıcısı bulunduğunda kloroplastların CO_2 olmadan O_2 oluşturabildiklerini görmüştür. Elektron alıcısının sudaki hidrojeni tutarak oksijeni serbest bırakmasına bu nedenle **Hill reaksiyonu** adı verilmiştir.

Işığa bağımlı reaksiyonlarda ATP sentezi için klorofilin ışığı soğurması ve ışık tarafından uyarılmış elektronların klorofilden ayrılması gerekir. Elektronlardaki enerjiden ATP sentezi yapılabilmesi için elektronları tutabilecek bir sisteme ihtiyaç duyulur. Bu amaçla kloroplastların granumlarında elektron taşıma sistemi (ETS) yer alır.

Klorofilden ayrılan elektronlar, yükseltgenme ve indirgenme kurallarına göre ETS'de bulunan bir molekülden diğerine aktarılır. Bu aktarım sırasında elektronlardaki enerjinin bir kısmı ile ATP sentezlenirken bir kısmı da ısı enerjisi şeklinde sistemden uzaklaştırılır. Bu şekilde ışık enerjisi yardımıyla ATP sentezlenmesine **fotofosforilasyon** denir. Işığa bağımlı reaksiyonlar sırasında üretilen NADPH ve ATP ışıktan bağımsız reaksiyonlara aktarılarak organik madde sentezinde kullanılır. Bu yüzden fotofosforilasyonla üretilen ATP, sadece fotosentezde organik madde sentezi için tüketilir (Görsel 2.10).

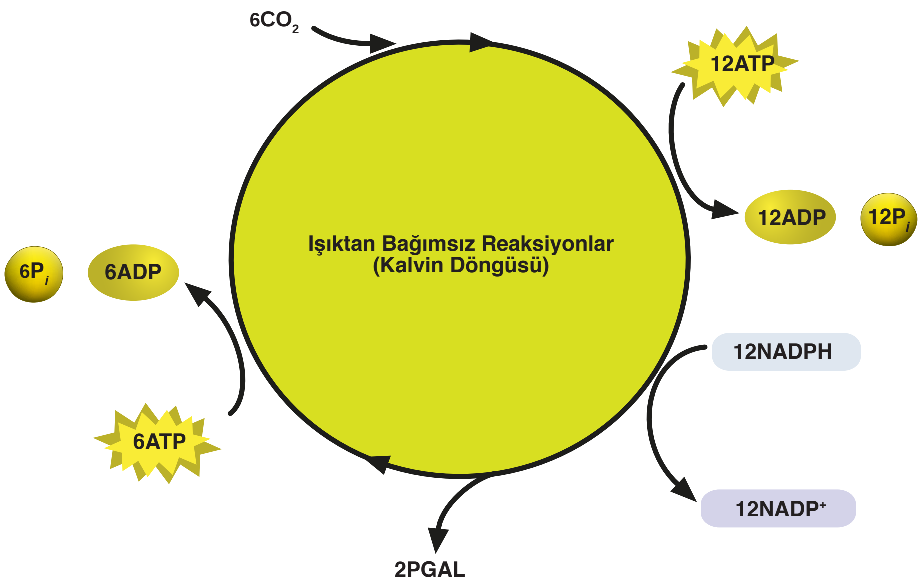


Görsel 2.10: Işığa bağımlı reaksiyonlar

2. Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar

Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonları; ökaryot hücrelerde stromada, prokaryot hücrelerde ise sitoplazmada gerçekleşir. Işıktan bağımsız reaksiyonlar, 1961 yılında Melvin Calvin'in (Melvin Kalvin) yaptığı araştırmalar sonucu açıklanmıştır. Bu reaksiyonlar **Kalvin döngüsü** olarak da bilinir. Bu evre sayesinde stromada CO_2 tüketilerek başta glikoz olmak üzere organik madde çeşitlerinin birçoğu sentezlenir.

Işıktan bağımsız reaksiyonlarda ışık doğrudan gerekli olmasa da ışığa bağlı reaksiyonlarda açığa çıkan ATP ve NADPH'ye ihtiyaç duyulur (Görsel 2.11). Enzimlerin kontrolünde gerçekleşen bu reaksiyonlarda klorofil ve ETS elemanları görev almaz. Yüksek sıcaklık, ışıktan bağımsız evrede kullanılan enzimlerin yapısına zarar vereceği için fotosentezi yavaşlatır.



Görsel 2.11: Işıktan bağımsız reaksiyonlar

Işığa bağımlı reaksiyonlarından gelen ATP'lerin defosforilasyonu ile açığa çıkan enerji yardımıyla CO_2 ile NADPH'ın hidrojenleri birleştirilir. 3 karbonlu fosfogilseraldehit (PGAL) molekülleri sentezlenir.

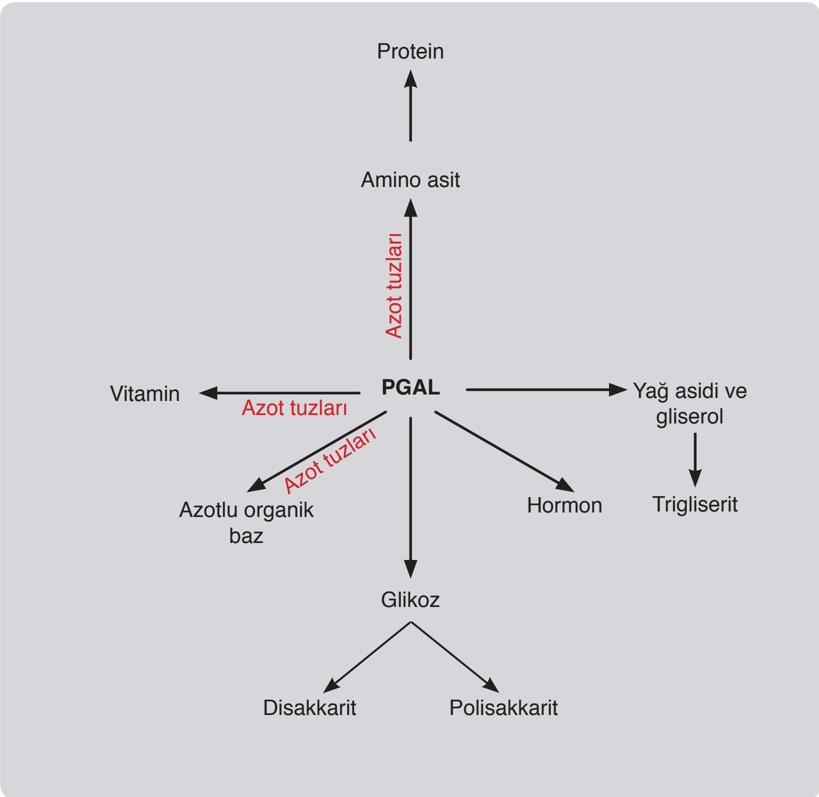
PGAL'nin bir kısmı glikoza dönüşürken bir kısmı da diğer organik maddelerin sentezinde kullanılır. Dönüşüm sırasında açığa çıkan $NADP^+$, ADP ve inorganik fosfat molekülleri ise stromadan granaya aktarılır ve ışığa bağlı reaksiyonlarda yeniden NADPH ve ATP sentezinde kullanılır. Kısaca fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarında H_2O fotolize uğrar, ATP ve NADPH sentezlenir, O_2 açığa çıkar. Işıktan bağımsız reaksiyonlarda ise CO_2, ATP ve NADPH'ın hidrojenleri tüketilir ve PGAL sentezlenir. PGAL, diğer organik moleküllerin sentezine temel teşkil eden önemli bir moleküldür. Kloroplastın stroma kısmında PGAL'den bitkinin ihtiyaç duyduğu tüm organik moleküller dönüşüm reaksiyonları ile üretilir.

Organik Moleküllerin Sentezi

Bitkilerde ışıktan bağımsız reaksiyonlarda üretilen PGAL'lerden glikoz üretilir. Glikoz, Güneş enerjisinin kimyasal enerji olarak depolandığı moleküldür. Bu glikozlar, sükroz ve nişasta sentezinde kullanılır. Sükrozun fazlası iletim demetleri ile bitkinin büyüyen kısımlarına ve besin üretilmeyen diğer kısımlarına taşınarak metabolik olaylarda kullanılır.

Fotosentez sonucu üretilen glikozların bir kısmı solunumda kullanılır. Geriye kalan glikozların fazlası, ışıklı ortamda nişasta şeklinde depo edilir. Depolanan nişasta molekülleri, ışıksız ortamlarda hücreye enerji sağlamak ve hücrenin karbon iskeletini oluşturmak için yapı taşlarına ayrılır.

Fotosentez reaksiyonları sonucu oluşan PGAL'lerden, şeker-fosfat bileşiklerinden dönüşüm reaksiyonları ile yağ asidi, gliserol, amino asit, vitamin, hormonlar ve çeşitli azotlu organik bazlar sentezlenir (Görsel 2.12). Dönüşüm reaksiyonlarının birçoğu kloroplastlarda gerçekleşir.



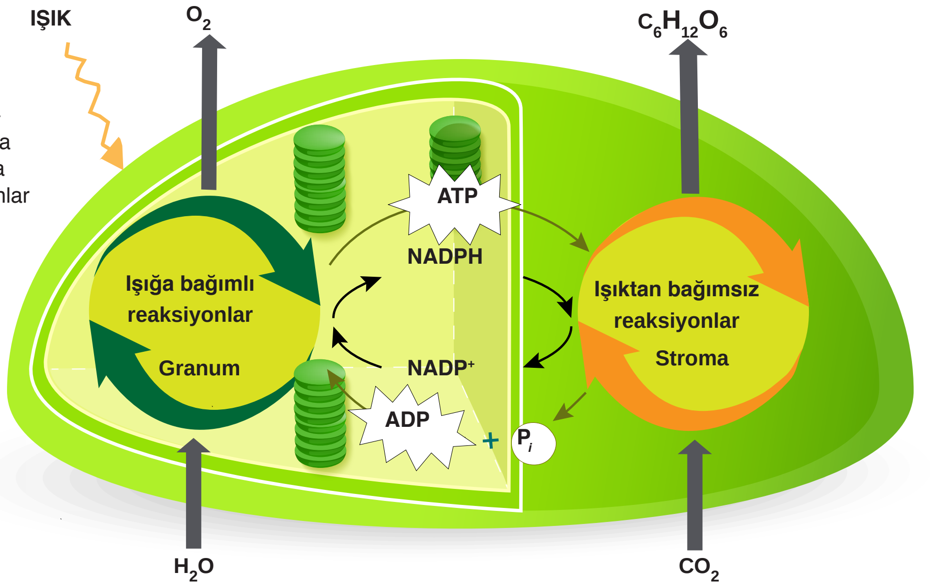
Görsel 2.12: Işıktan bağımsız reaksiyonlarında üretilen organik besinler

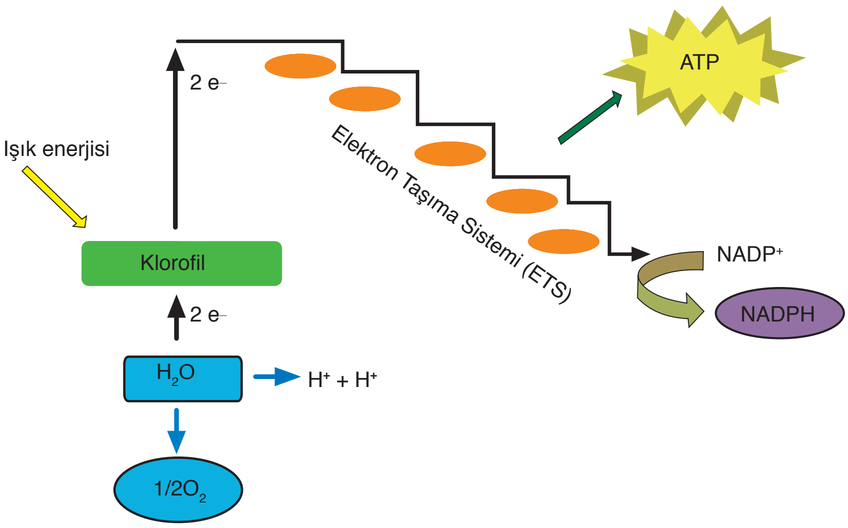
Işıktan bağımsız reaksiyonlarda; amino asit, vitamin, azotlu organik baz gibi organik besinlerin PGAL molekülünden üretimi için azot gereklidir.

Bitkiler, azot ihtiyaçlarını topraktan azot tuzu alarak karşılar. Alınan azotlu tuzlar, iletim dokusuyla yapraklara taşınır. Yapraklarda fotosentez reaksiyonları sırasında karbondioksit özümlemesi yapılırken bu azotlu tuzlar kullanılır.

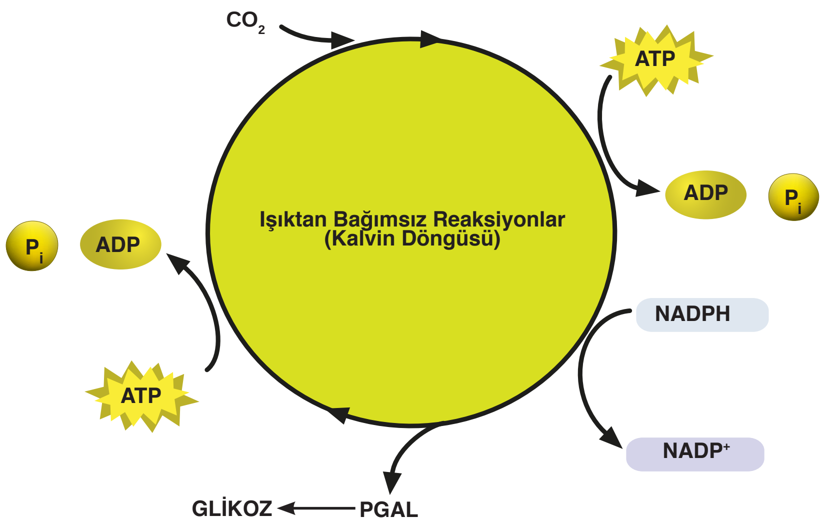
Aşağıda fotosentez süreci ile ilgili infografik verilmiştir (Görsel 2.13).

Ökaryot fotosentetik canlılarda kloroplast granasında ışığa bağımlı, stromasında ışıktan bağımsız reaksiyonlar gerçekleşir.





Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarında
1. Suyun fotolizi ile oluşan hidrojenler NADP+ tarafından tutulur. NADPH sentezlenir.
2. Elektronlar ETS'ye aktarılır. Elektron enerjisi yardımıyla proton derişim farkı oluşur. Bu fark ATP sentaz tarafından ATP üretiminde kullanılır.
3. Işık enerjisi kullanılır.
4. Oksijen açığa çıkar.



Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonlarında
1. CO_2 tüketilir.
2. ATP tüketilir.
3. NADPH'ın hidrojenleri glikoz sentezinde kullanılır.
4. Işık enerjisine doğrudan ihtiyaç duyulmaz.

Görsel 2.13: Fotosentez süreci

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 2.2

Etkinliğin Adı: Fotosentez süreci

Etkinliğin Amacı: Fotosentez sürecini kavramak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Bilgisayar, etkileşimli tahta ve uygun sunu hazırlama programları

Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Fotosentez süreci ile ilgili resim, video ve animasyon gibi görsel materyallerden yararlanarak sunu hazırlayınız.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.

Sonuçlandırma

1. Fotosentez sürecini ürünler açısından karşılaştırıp fotosentez reaksiyonlarının birbiri ile olan ilişkisini tartışınız.

2. Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarının gerçekleşmemesi fotosentez sürecini nasıl etkilerdi?

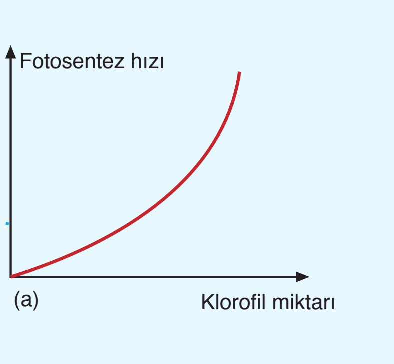
2.2.3. FOTOSENTEZ HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Bir hücrenin fotosentez hızı, birim zamanda tükettiği CO_2 veya ürettiği O_2 miktarı ile ölçülür. Fotosentetik bir hücre, gündüz hem oksijenli solunum hem de fotosentez yaparken geceleri sadece oksijenli solunum yapar. Ancak fotosentez hızı sadece birim zamanda atmosferden alınan CO_2 veya atmosfere verilen O_2 miktarına göre belirlenemez.

Fotosentez reaksiyonlarının hızı; klorofil miktarı, sıcaklık, ışığın şiddeti, ışığın dalga boyu ve CO_2 miktarı gibi faktörlere bağlı olarak gerçekleşir. Bu faktörlerden miktarı en az olan, fotosentez hızını belirler ve buna **minimum kuralı** denir. Buradan da anlaşılacağı gibi fotosentez hızını birden çok faktör aynı anda etkiliyorsa bu faktörlerden miktarı düşük olan, fotosentez hızını belirler.

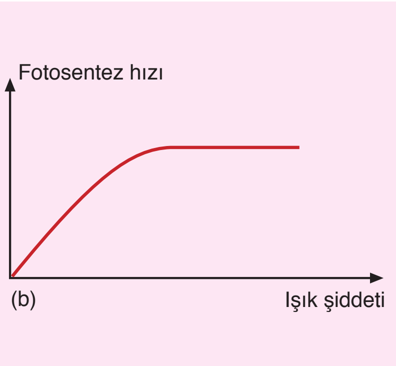
EK BİLGİ

NaOH, $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$, KOH gibi bileşikler CO_2 ile tepkimeye girer ve özel tuzları oluşturur. Bu tür bileşiklere CO_2 **tutucusu** denir.



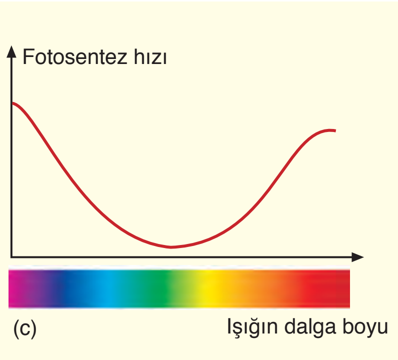
Klorofil Miktarı

Optimum koşullarda klorofil miktarı arttıkça fotosentez hızı artar. Yaprak genişliği çok olan bitkilerde kloroplast sayısı çok olacağı için fotosentez hızı da artar (Grafik 2.1.a).



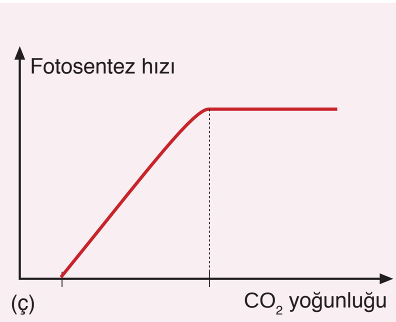
Işık Şiddeti

Fotosentez, ışık enerjisi olmadan gerçekleşmez. Fotosentezin başlayabilmesi için ışığın klorofil tarafından soğurulması gerekir. Işık şiddeti arttıkça fotosentez hızlanır. Ancak ışık şiddetinin sürekli artırılması, fotosentez hızını aynı oranda artırmaz (Grafik 2.1.b). Çünkü minimum kuralına göre miktarı sabit kalan diğer faktörler, fotosentez hızını sınırlandırır. Bu nedenle ışık şiddetinin sürekli artışı, fotosentezi belirli bir seviyeye kadar hızlandırır. Daha sonra fotosentez sabit bir hızla gerçekleşmeye devam eder.



Işığın Dalga Boyu

Fotosentez, 380-750 nm dalga boyu aralığındaki görünür ışıkta gerçekleşir. Klorofil; mor, mavi ve kırmızı dalga boylu ışıkları daha çok soğurduğu için fotosentez bu dalga boylu ışıklarda daha hızlı gerçekleşir. Yeşil dalga boylu ışık ise klorofil tarafından çok az miktarda soğurulduğundan fotosentez, yeşil dalga boylu ışıkta en düşük hızda gerçekleşir (Grafik 2.1.c).



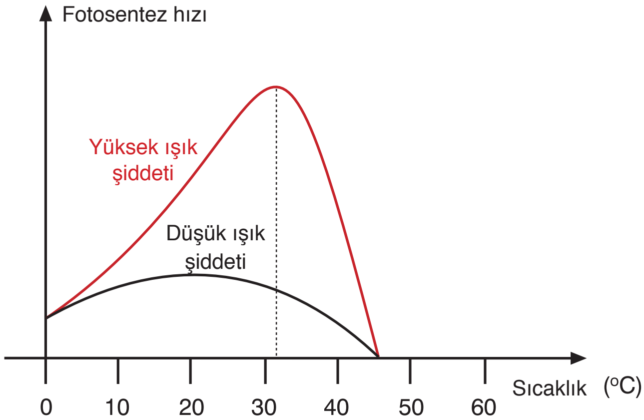
Grafik 2.1: Fotosentez hızını etkileyen faktörler

CO_2 Yoğunluğu

Fotosentetik canlıların yaşadığı ortamdaki CO_2 yoğunluğu belirli bir seviyeye kadar arttığında fotosentez hızı da artar. Ancak belirli bir noktadan sonra CO_2 seviyesindeki artış fotosentez hızını artırmaz (Grafik 2.1.ç). Ortamda CO_2 tutucularının bulunması, fotosentez hızını düşürür.

Sıcaklık

Fotosentez reaksiyonlarında birden çok enzim çeşidi görev alır. Bu nedenle sıcaklık değişimleri, fotosentez tepkimelerinin gerçekleşme hızını etkiler. Enzimlerin en iyi görev yaptığı sıcaklık değerine **optimum sıcaklık** denilmektedir. Optimum sıcaklığa kadar olan artışlar, fotosentezi hızlandırır. Bu değerin altında veya üstünde olan sıcaklık değerleri, fotosentezi yavaşlatır (Grafik 2.2).



Grafik 2.2: Işığın şiddetinin ve sıcaklığının fotosentez hızına etkisi

Çok yüksek sıcaklıklarda enzim yapısı bozulacağı için fotosentez durur. Işık şiddeti ve sıcaklık bir arada düşünülecek olursa yüksek ışık şiddeti altındaki sıcaklık artışı, fotosentezi belirli bir değere kadar hızlandırır. Ancak düşük ışık şiddeti altındaki sıcaklık artışı, fotosentez hızında belirgin bir artışa neden olmaz.

Tarımsal Ürün Miktarını Artırmada Yapay Işıklandırma

Işığın fotosentez üzerindeki etkisi, tarımsal ürün miktarını artırmada yapay ışık kullanımını gündeme getirmiştir. Kış aylarında gündüzlerin kısalması, bulutlu gün sayısının fazla olması ve doğal ışık yoğunluğunun azalması, bitkilerin büyüme ve gelişmesini olumsuz etkiler. Doğal ışığın yetersiz olduğu durumlarda azalan ışık miktarının elektriksel aydınlatma ile karşılanmasına **yapay ışıklandırma** denir. Yapay ışıklandırma, bitki gelişiminin artırılması ve bitkilerin yetiştirilme mevsiminin uzatılması amacıyla seracılıkta sıklıkla kullanılmaktadır (Görsel 2.14, 15). Mor ve kırmızı ışıkla yapılan aydınlatma, fotosentezi hızlandırarak ürün verimini artırmaktadır.

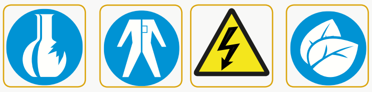


Görsel 2.14: Seralarda yapay beyaz ışık



Görsel 2.15: Seralarda yapay mor ışık

ETKİNLİK: Deney



Etkinlik No. : 2.3

Etkinliğin Adı: Işığın dalga boyunun fotosentez hızına etkisi

Etkinliğin Amacı: Bilimsel yöntem basamaklarını kullanarak farklı dalga boyundaki ışığın fotosentez hızı üzerindeki etkisini gözlemleyebilmek

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: *Elodea* veya başka bir akvaryum bitkisi, ortalama 15w gücünde mor, sarı ve yeşil led lambalar, deney tüpü, pens, beherglas, huni, su

Uygulama



a. Problem tespit edilir (Fotosentez hangi dalga boylu ışıkta en yavaş gerçekleşir?).

b. Problem ile ilgili veriler toplanır (Farklı dalga boyunda ışıkla aydınlatılan bitkilerde büyüme hızının farklı olduğunun gözlenmesi).

c. Hipotez kurulur (Fotosentez hızı yeşil ışıkta en düşüktür.).

ç. Hipoteze dayalı tahmin yapılır (Eğer fotosentez hızı yeşil ışıkta en düşük ise yeşil ışıkla aydınlatılan bitkilerde ürün miktarı en az olmalıdır.).

d. Hipotezi test etmek için kontrollü deney düzeneğinin hazırlanması

Işığın dalga boyunun fotosentez hızını nasıl etkiledeğini test etmek için deney süresince ışığın dalga boyu dışındaki diğer faktörler sabit tutulmalıdır. Kontrol grubu oluşturmak için; behere su doldurunuz. Cam huninin içine pens yardımıyla *Elodea* bitkisini yerleştiriniz. Huniyi ters çevirerek behere yerleştiriniz. Huninin uç kısmını deney tüpü ile kapatınız. 15 wattlık beyaz renkli led lamba kullanınız. Lambayı deney düzeneğine 30 cm uzakta tutup 2 dakika bekleyiniz. Deney tüpünde açığa çıkan kabarcık sayısını not ediniz.

Az ışık alan ortamda hazırladığınız deney gruplarından oluşan düzenekleri aydınlatmak için ise 15 watt'lık sarı, yeşil ve mor renkli led lambaları kullanınız. Sırasıyla önce sarı renkli lambayı, deney düzeneğine 30 cm uzakta tutup 2 dakika bekleyiniz. Bu işlemi diğer renk lambalarla tekrarlayınız. Deney gruplarında tüplerde açığa çıkan kabarcık sayısını not ediniz.

Sonuçlandırma

1. En çok ve en az kabarcık sayısı, hangi renkteki ışık kaynağı kullanıldığında oluştu? Nedenini açıklayınız.

2. Kontrollü deney sürecinde elde ettiğiniz verileri kullanarak fotosentez hızı ve ışığın dalga boyu arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği çiziniz.

3. Hazırladığınız kontrollü deney düzeneği, hipotezinizi destekledi mi? Desteklemedi ise bu aşamadan sonra neler yapmanız gerekir?

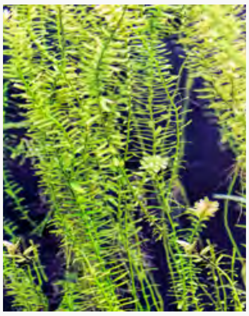
ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 2.4

Etkinliğin Adı: Işık kaynağının uzaklığının fotosentez hızına etkisi

Etkinliğin Amacı: Farklı ışık şiddetlerinin fotosentez hızı üzerindeki etkisini kavramak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati



Araç Gereç: *Elodea* veya başka bir akvaryum bitkisi, beherglas, deney tüpü, ispirto ocağı, ampul, cetvel, makas, pens

Uygulama

- Beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşanız ve yardımlaşarak çalışınız.
- *Elodea* bitkisini, içi su dolu deney tüpüne yerleştiriniz. Işık kaynağı görevini üstlenecek beyaz ışık lambasını bitkinin 10 cm uzağına yerleştiriniz. Bitkinin ışık şiddetine alışması için bir süre bekleyiniz. Yavaş yavaş bitkiden çıkan gaz kabarcıklarını görebilirsiniz. İki dakika boyunca bitkiden çıkan gaz kabarcıklarını sayıp not ediniz. Işık kaynağını, bitkinin 20 cm uzağına yerleştirerek bitkinin ışık şiddetine alışması için bir süre bekleyiniz. Oluşan gaz kabarcıklarını 2 dakika boyunca sayıp kaydediniz. Aynı işlemi, ışık kaynağını bitkinin 40 cm uzağına yerleştirerek tekrarlayınız. Elde ettiğiniz sonuçları, aşağıda verilen tabloya yazınız.

Işık kaynağının bitkiye olan uzaklığı	2 dakika boyunca çıkan kabarcık sayısı
10 cm	
20 cm	
40 cm	

Sonuçlandırma

1. Hazırladığınız tablodan yararlanarak ışık kaynağının bitkiye olan uzaklığı ile çıkan gaz kabarcık sayısı arasındaki ilişkiyi gösteren bir grafik çiziniz.

2. Uzun ağaçların sık yerleştiği bir ormanda bir ağacın üst dallarındaki yapraklar ile alt dallarındaki yapraklarda fotosentez hızı değişir mi? Açıklayınız.

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 2.5

Etkinliğin Adı: Yapay ışıklandırmanın tarımsal ürün miktarının artmasına etkisi

Etkinliğin Amacı: Tarımsal ürün miktarını artırmada yapay ışıklandırma uygulamalarını araştırmak ve paylaşmak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Bilgisayar, etkileşimli tahta, sunu hazırlama programları

Uygulama

- Sınıfınızda beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Çalışma grubunuz ile yapay ışığın çeşitlerini, kullanım alanlarını ve tarımsal ürün miktarına etkisini biyoloji ile ilgili çeşitli akademik kaynaklardan araştırarak bulduğunuz sonuçları görsel sunu (slayt, video, animasyon vb.) hâline getiriniz.

Sonuçlandırma

1. Seracılıkta neden yapay ışıklandırmaya ihtiyaç duyulmaktadır?

....

....

....

....

2. Seracılıkta yapay ışıklandırma yapılırken en çok hangi renk ışıklar tercih edilmektedir? Nedenini açıklayınız.

....

....

....

....

3. BÖLÜM

ANAHTAR KAVRAMLAR

KEMOSENTEZ

OKSİDASYON

HAZIRLIK SORULARI

1. Deniz ve göllerin derinliklerine Güneş ışığı ulaşmadığı hâlde bu bölgelerde ototrof canlıların yaşayabilmesinin sebebi nedir?

2. Bataklık bölgelerinin çürük yumurta gibi kokmasının sebebi nedir?



EK BİLGİ

Madde döngüsünde görev alan kemosentetik canlılar, genellikle toprağın birkaç cm altında yaşar. Bu nedenle kimyasal gübrelerin aşırı kullanımı, anız yakma gibi olaylar bu canlılara zarar verdiği için madde döngüleri bozulmakta ve tarımsal ürün miktarı azalmaktadır.

2.3. KEMOSENTEZ

2.3.1. KEMOSENTEZ VE KEMOSENTEZİN CANLILAR İÇİN ÖNEMİ

Ototrof olarak beslenen canlılar, inorganik maddelerden organik madde sentezlerken kullandıkları enerji çeşidine göre iki grupta incelenir. Bunlardan fotosentetik ototroflar, gerekli enerjiyi ışıktan sağlar. Kemosentetik ototroflar ise inorganik maddeleri oksitleyerek açığa çıkan enerjiyi kullanarak organik madde sentezler. Bir atom ya da molekülden elektron ayrılmasını sağlayan kimyasal tepkimelere **oksidasyon** denir. Bazı prokaryot canlılar tarafından inorganik madddelerin oksidasyonu sonucu açığa çıkan kimyasal enerji ile inorganik maddelerden organik madde sentezine **kemosentez** denir.

$$\text{İnorganik madde} + O_2 \xrightarrow{\text{(oksidasyon)}} \text{Yeni İnorganik madde} + \text{Enerji}$$

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Enerji}} \text{Besin} + O_2$$

Kemosentezde H_2S (hidrojen sülfür), H_2 (hidrojen) , NH_3 (amonyak), NO_2^- (nitrit) , Fe^{2+} (demir) ve S kükürt S gibi inorganik madde çeşitleri oksitlenir. Oksidasyon sonucu elde edilen enerji ile ATP sentezlenir. ATP'ler CO_2 ve H_2O'yu birleştirmede kullanılır. Böylece besin ve O_2 üretilir. Azot, hidrojen, kükürt, demir bakterileri ve arkelerin çoğu besinlerini kemosentezle üretir. Besinlerini kemosentezle üreten bu canlılara **kemoototrof** denir. Kemoototrof canlılar, klorofil pigmenti bulundurmadıkları için besin sentezi sırasında ışık enerjisi kullanmaz. Bu canlılar fotoototroflardan farklı olarak hem gündüz hem de gece besin üretebilir.

2.3.2. KEMOSENTEZİN MADDE DÖNGÜLERİNE KATKISI VE ENDÜSTRİYEL ALANLARDA KULLANIMI

Kemosentez yapabilen bakterilerden özellikle nitrit ve nitrat bakterileri, doğadaki azot döngüsünün gerçekleşmesinde önemli role sahiptir. Atmosferde yüksek oranda azot gazı bulunmasına rağmen fotosentetik bitkiler, azotu ancak nitrat (NO_3^-) ya da amonyum (NH_4^+) iyonları şeklinde topraktan alabilir. Bu açıdan atmosferdeki azotun bitkiler tarafından kullanılabilmesi için çeşitli şekillerde toprağa azot tuzu olarak bağlanması gerekir. Atmosfer azotu, bazı bakteriler ve arkeler tarafından fikse edilir (tutulur). Ölü bitki ve hayvanların yapısındaki azotlu bileşikler (amino asitler, nükleik asitler vb.) ayrıştırıcı organizmalar tarafından NH_3'e dönüştürülür. NH_3'ün yapısındaki azot, tıpkı havanın serbest azotu gibi bitkiler tarafından doğrudan kullanılarak besin zincirine dâhil edilemez.

Bu sebeple NH_3 iki aşamada gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar sonucu nitrata dönüşür. NH_3'ün nitrit ve nitrat tuzlarına dönüştürülmesinde *Nitrosomonas* (Nitrosomonas) ve *Nitrobacter* (Nitrobakter) cinsi bakteriler görev alır. NH_3 önce *Nitrosomonas* bakterileri tarafından oksitlenerek nitröz aside (HNO_2) dönüşür. Nitröz asit *Nitrobacter* bakterileri tarafından oksitlenerek nitrik aside (HNO_3) çevrilir. Bu dönüşümlerden enerji açığa çıkar. Her iki bakteri grubu gerçekleştirdikleri dönüşümlerden elde ettikleri enerji ile ATP sentezler. Daha sonra bu ATP'ler organik besin sentezinde kullanılır.

$$\text{Organik atıklar} \xrightarrow{\text{Ayrıştırıcılar}} NH_3 \text{ (Amonyak)}$$

$$2NH_3 + 3O_2 \xrightarrow{\textit{Nitrosomonas}} 2HNO_2 \text{ (Nitröz asit)} + 2H_2O + \text{Enerji}$$

$$2HNO_2 + O_2 \xrightarrow{\textit{Nitrobacter}} 2HNO_3 \text{ (Nitrik asit)} + \text{Enerji}$$

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Enerji (ATP)}} C_6H_{12}O_6 \text{ (Şeker)} + O_2$$

Kemosentetik bakterilerden demir bakterileri Fe^{2+} iyonlarını, hidrojen bakterileri H_2'yi, kükürt bakterileri ise H_2S'yi oksitleyerek enerji açığa çıkarır ve madde döngüsüne katkı sağlar.

Kemosentetik organizmalar; doğada biyolojik dengenin korunması, ortamlardaki atık madddelerin parçalanarak çevre kirliliğinin önlenmesinde görev alır. Kemosentetik arkelerin büyük bir kısmı; yüksek tuzluluk, düşük oksijen yoğunluğu, yüksek sıcaklık, yüksek ya da düşük pH gibi zor koşullarda yaşar. Bu canlılardan elde edilen zor koşullara dayanıklı enzimler, biyolojik ve ekonomik açıdan oldukça önemlidir. Bu enzimler, metallerin etkisiyle kirlenmiş suların kullanılabilir hâle getirilmesinde, boya endüstrisinde ve arıtma tesislerinde atık suların temizlenmesinde kullanılır (Görsel 2.16). Ayrıca kalitesi düşük metal cevherlerin zenginleştirilmesinde de bu enzimlerden yararlanılır.



Görsel 2.16: Kirli sular, kemosentetik canlılar tarafından kullanılabilir hâle getirilebilir.

EK BİLGİ

Kemosentetik bakterilerin H_2S'yi (Hidrojen sülfür) kullanma amacı fotosentetik bakterilerin bu molekülü kullanma amacından farklıdır. Kemosentetikler, H_2S'yi oksitleyerek enerji açığa çıkarırken fotosentetikler, hidrojen ve elektron kaynağı olarak kullanmaktadır.

4. BÖLÜM

ANAHTAR KAVRAMLAR

- FERMANTASYON
- GLİKOLİZ
- HÜCRESEL SOLUNUM
- KREBS DÖNGÜSÜ
- MİTOKONDRİ
- OKSİJENLİ SOLUNUM
- OKSİJENSİZ SOLUNUM

HAZIRLIK SORULARI

1. Okulda sınıfınızı, evinizde odanızı sık sık havalandırmanızın faydaları nelerdir?

2. Sporcular, rakımı yüksek ormanlık alanlarda neden kamp yaparlar?

3. Oksijen, birçokları için hayat kaynağı iken bazı canlılar için zehir etkisi gösteren zararlı bir maddedir. Bu durumu nasıl açıklarsınız?



2.4. HÜCRESEL SOLUNUM

2.4.1. HÜCRESEL SOLUNUMUN ÖNEMİ

Hücreler, canlılığını devam ettirmek ve çoğalmak için enerjiye ihtiyaç duyar. Fotosentezle üretilen organik besinler ve oksijen, solunum olayında kullanılarak enerji elde edilir. Hücrelerde; glikoz, yağ asidi, gliserol, amino asit gibi moleküllerin yapısındaki kimyasal bağ enerjisi ile ATP sentezlenmesine **hücresel solunum** denir.

Tek hücreli ve çok hücreli canlıların her bir hücresinde birçok yapım ve yıkım tepkimeleri gerçekleşir. Canlıların beslenme yoluyla aldıkları bileşiklerin kimyasal bağlarındaki enerjiyi açığa çıkarmaları ve çıkardıkları enerjiyle yeni bileşikler sentezledikleri tepkimelerin tümü metabolizmadır.

Metabolik faaliyetlerin büyük bir bölümünde enerji harcanır. Bu enerji hücresel solunumla üretilen ATP molekülünden karşılanır. ATP, dış ortamdan veya diğer hücrelerden alınamaz. Hücrelerin dolayısıyla canlıların varlığını sürdürmesi, hücresel solunumun kesintisiz bir şekilde devam etmesine bağlıdır.

Hücresel solunum; oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve fermantasyon olmak üzere üç şekilde gerçekleşir. Oksijen ve enzimler yardımıyla enerji verici organik moleküllerin H_2O ve CO_2'ye kadar parçalanması sırasında açığa çıkan enerji ile ATP sentezlenmesine **oksijenli solunum** denir. Glikozun hücre sitoplazmasında oksijensiz olarak yıkılıp enerji elde edilmesine **oksijensiz solunum** denir. **Fermantasyon** ise besinlerin yapı taşlarının oksijen kullanmadan kısmi olarak yıkılıp ATP elde edilmesi olayıdır.

Oksijenli Solunum

Oksijenli solunumda besinlerin yapı taşları, enzimler ve oksijen sayesinde CO_2 ve H_2O gibi inorganik maddelere parçalanır. Bu sırada fermantasyona göre daha fazla ATP üretilir. Bu nedenle oksijenli solunum yapan canlılarda metabolizma oldukça hızlıdır.

Oksijenli solunum, bazı prokaryot canlılar ve ökaryotlarda gerçekleşir. Oksijenli solunum, prokaryot canlılarda sitoplazmada başlayıp solunuma yardımcı ETS elemanlarını taşıyan hücre zarı kıvrımlarında tamamlanır. Ökaryot canlılarda ise oksijenli solunum, sitoplazmada başlayıp mitokondride devam eden enzimsel tepkimelerle gerçekleşir.

Mitokondrinin Yapısı

Mitokondri, çift birim zarla çevrilidir ve mitokondrinin dıştaki zarı düzdür. İçteki zarı ise dar alanda geniş bir yüzey oluşturacak şekilde girintili ve çıkıntılı bir yapıya sahiptir. Bu kıvrımlı zar yapısı, solunum yüzeyini artırarak daha fazla enerji üretilmesini sağlar.

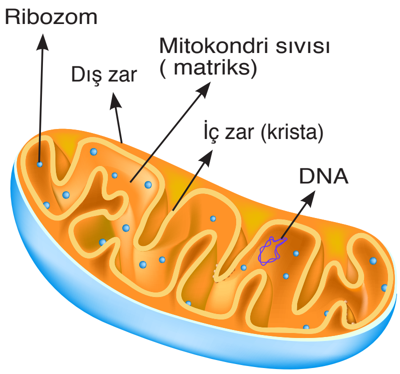
EK BİLGİ

Glikoliz, canlı tüm hücrelerin sitoplazmasında gerçekleşen metabolik bir olaydır. Glikoliz; oksijenli ve oksijensiz solunum ya da fermantasyon yapan hücrelerde sitoplazmada aynı şekilde gerçekleşir. Bu durum, glikolizi kontrol eden genlerin ve glikolizde kullanılan enzimlerin tüm canlılarda aynı yapıda olduğunu ve ortak olarak bulunduğunu gösterir.

EK BİLGİ

Mitokondri, organik maddelerden oksijenli solunumla ürettiği ATP'yi kloroplast hariç enerjiye ihtiyacı olan diğer organellerle paylaşır.

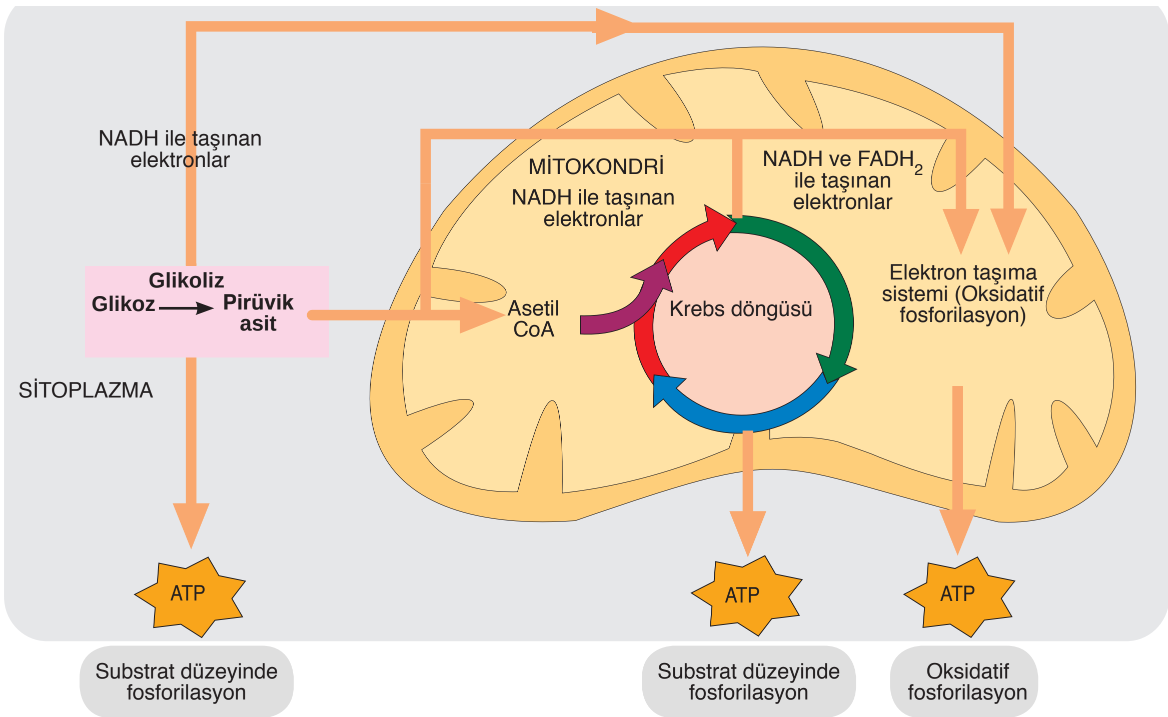
İç zarın kıvrımlarına **krista**, iç zar içinde yer alan sıvıya ise **matriks** denir. Krista ve matrikste oksijenli solunumda görev alan enzimler bulunur. Ayrıca matrikste; mitokondriye özgü olan DNA, RNA ve ribozomlar yer alır (Görsel 2.17). Bu sebeple mitokondriler, hücrenin kontrolü altında çoğalabilir ve yapılarına uygun proteinleri sentezleyebilir. Mitokondrilerin sayısı, hücrelerin yapısına ve enerji ihtiyacına göre hücreden hücreye farklılık gösterebilir. Örneğin çizgili kas, sinir, kalp ve karaciğer hücrelerinde mitokondri bol miktarda bulunurken yağ doku hücrelerinde ise çok az bulunur. Düzenli egzersiz yapmak, mitokondri sayısını artıran önemli bir aktivitedir. Bu yüzden hangi yaş döneminde olursak olalım mutlaka fiziksel aktiviteye dayalı egzersizler yapmalı ve bunları davranış hâline getirmeliyiz.



Görsel 2.17: Mitokondrinin yapısı

Fermantasyona göre daha fazla enerji kazancı sağlayan oksijenli solunum; glikoliz, pirüvik asitten asetil - CoA oluşumu, krebs döngüsü ve elektron taşıma sistemi (ETS) evrelerinden oluşur. Ökaryot canlılarda oksijenli solunumun glikoliz evresi, sitoplazmada; pirüvik asitten asetil - CoA oluşumu, krebs döngüsü ve ETS evreleri ise mitokondride gerçekleşir (Görsel 2.18).

Oksijenli solunum sırasında monomer yapılı organik besinler, enzimlerin kontrolünde kademeli olarak yıkılır ve ATP sentezlenir. Bazı reaksiyon basamaklarında monomer yapılı besinlerin yıkılması sırasında substratlardan ayrılan fosfat molekülleri, ADP molekülüne bağlanarak substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP sentezlenir. Bazı reaksiyon basamaklarında ise monomer yapılı besinlerin yıkılması sırasında hidrojen atomları açığa çıkar. NAD ve FAD molekülleri ile taşınan bu hidrojen atomlarındaki enerjiden ETS aracılığı ile ATP sentezlenir. Bu şekilde gerçekleşen ATP sentezine **oksidatif fosforilasyon** denir.



Görsel 2.18: Oksijenli solunuma genel bakış

Oksijenli Solunum Evreleri

1. Glikoliz

Hücresel solunumda enerji verici organik molekül olarak glikoz kullanıldığında gerçekleşmesi zorunlu ilk tepkime glikoliz olayıdır. Glikoliz ile solunumda tüketilecek 6 karbonlu glikoz, çeşitli enzimlerin kontrolünde 3 karbonlu pirüvik aside (pirüvata) dönüştürülür. Bu dönüşüm sırasında ATP hem tüketilir hem de üretilir. Kısaca **glikoliz**, glikozun pirüvik aside kadar parçalanması sırasında bir miktar ATP'nin üretildiği enzimsel tepkime dizisidir (Görsel 2.19).

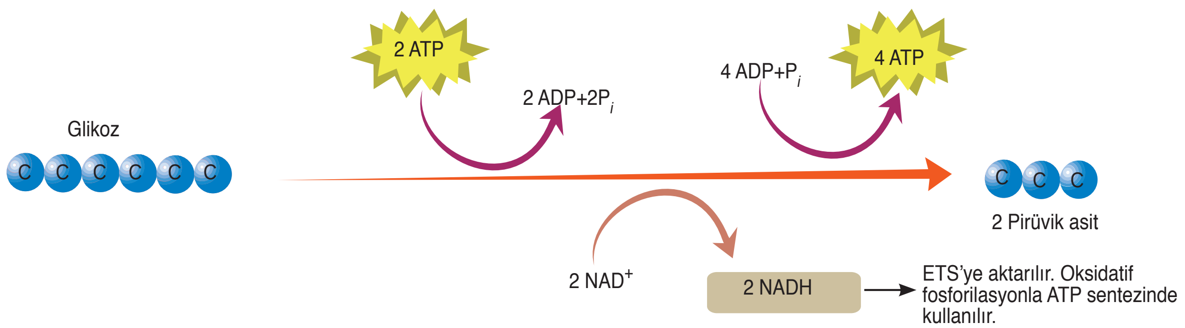
Glikoliz sırasında kararlı glikoz molekülünü solunum reaksiyonlarına katılacak kadar kararsız hâle getirmek için ATP harcanır. Daha sonraki aşamalarda ise substrat düzeyde fosforilasyon ile ATP sentezlenir ve glikoz, 2 pirüvik aside dönüşür. Glikoz molekülünün solunum tepkimelerine katılabilmesi için 2 ATP harcanır ve 2 tane 3C'lu pirüvik asit meydana gelir. Tepkimeler sonucu 4 ATP üretilir ve bu sırada bir çeşit koenzim olan NAD (nikotinamid adenin dinükleotit) molekülleri, oluşan organik moleküllerden hidrojen alarak NADH oluşturur. Ökaryot hücrelerdeki glikoliz sırasında ara ürünlerden ayrılan hidrojenler, NADH formunda mitokondrinin kristasına aktarılır. Bu hidrojenler, oksidatif fosforilasyonla ATP sentezinde kullanılır.

ARAŞTIRMA

Glikoliz, hücrenin yaşamını devam ettirebilmesine ne tür bir katkı sağlar? Araştırınız.

EK BİLGİ

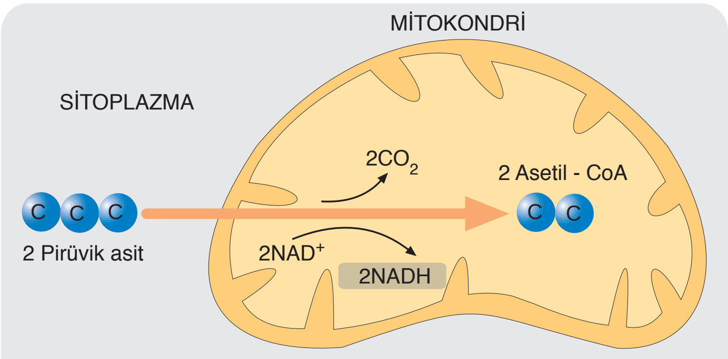
NAD molekülü, solunum metabolizmasında elektron taşıyan bir çeşit koenzimdir. NAD^+, kimyasal olarak yükseltgenmiş molekül olarak kabul edilir. Glikoliz sırasında NAD^+, bir çift hidrojen aldığında NADH olarak indirgenir.



Görsel 2.19: Glikoliz

2. Pirüvik Asitten Asetil - CoA Oluşumu

Krebs döngüsü başlamadan önce mitokondri matriksine geçen 3C'lu pirüvik asitler, CO_2 çıkışı ve NADH oluşumu ile **asetil - CoA** (asetil koenzimA) adı verilen 2C'lu bileşiğe dönüşür (Görsel 2.20).

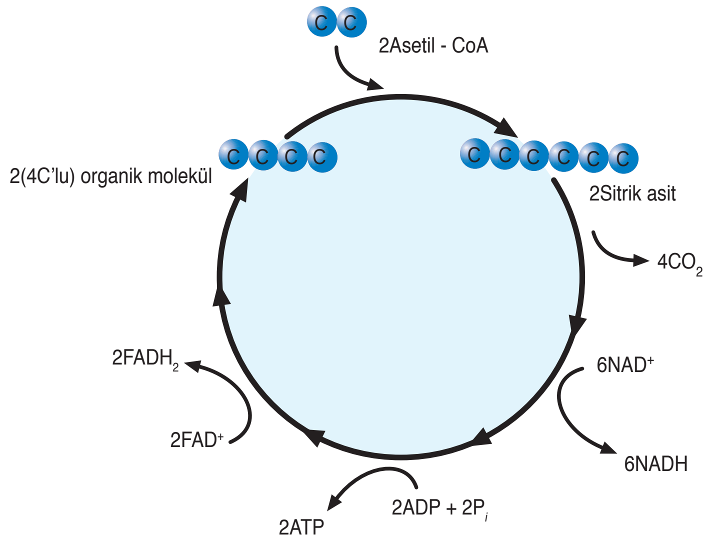


Görsel 2.20: Pirüvik asidin mitokondride asetil - CoA'ya dönüşümü

Ortamda yeterince oksijen bulunmazsa pirüvik asit; asetil - CoA'ya dönüşemeyeceği için mitokondriye geçemez. Etil alkol ya da laktik asit fermantasyonu tepkimelerine katılır. Bu anlamda asetil - CoA oluşumu, hücre içerisinde yeterli miktarda oksijen bulunduğunu gösteren en önemli ölçüttür.

3. Krebs Döngüsü

Krebs döngüsü, 2C'lu asetil - CoA molekülünün mitokondri matriksinde hazır bulunan 4C'lu organik molekülün enzim kontrolünde bir araya gelerek 6C'lu sitrik asidi oluşturması ile başlar (Görsel 2.21).



Görsel 2.21: Krebs döngüsü

Daha sonra peş peşe gerçekleşen reaksiyonlarla sitrik asitten 4 karbonlu organik madde yeniden sentezlenir ve krebs döngüsü tamamlanmış olur.

Oksijenli solunumla bir glikoz molekülünün parçalanması sırasında gerçekleşen iki krebs döngüsü ile substrat düzeyinde fosforilasyonla 2 ATP sentezlenir.

Organik yapılı, farklı karbon sayısına sahip moleküllerden ayrılan proton ve elektronlar ise 6 NAD^+ ve 2 FAD^+ tarafından tutulur. Bu sırada 4 CO_2 oluşur. Krebs döngüsünde üretilen 6 NADH ve 2 $FADH_2$ molekülleri ise elektron taşıma sistemine aktarılır.

4. Elektron Taşıma Sistemi (ETS) - Oksidatif Fosforilasyon

Bir glikozun oksijenli solunumla parçalanması sırasında kazanılan ATP'lerin büyük bir kısmı, ETS evresinde üretilir.

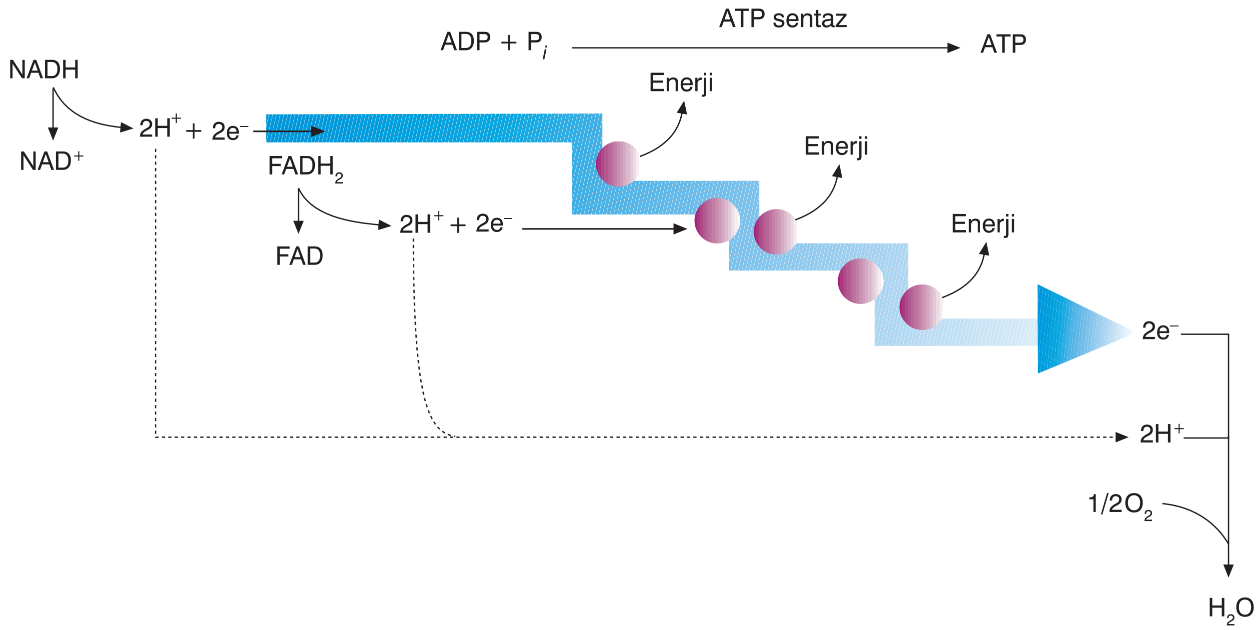
Elektron taşıma sisteminde yer alan ve elektron taşımakla görevli moleküller; ökaryot hücrelerde mitokondrilerin **krista** adı verilen kıvrımlı iç zarında, prokaryotlarda ise hücre zarı kıvrımlarında bulunur.

Elektron taşıma sistemi, kristada dizilmiş elektron taşıyıcı moleküllerden oluşur. ETS molekülleri, oksijenli solunumun önceki evrelerinde oluşan NADH ve $FADH_2$ ile gelen yüksek enerjili elektronları tutar.

EK BİLGİ

FAD (flavin adenin dinükleotit); oksijenli solunumda görevli olan ve elektron taşıyan bir çeşit koenzimdir. Enerji dönüşüm reaksiyonları sırasında FAD^+, 2 elektron ve 2 proton alarak indirgenir ve $FADH_2$'ye dönüşür.

Elektronlar bir dizi indirgenme ve yükseltgenme tepkimesi ile oksijene kadar sistem boyunca taşınır. Oksijen, enerji seviyesi düşmüş elektronları ETS'nin son molekülünden alarak elektron akışının ve ATP sentezinin devam etmesine katkıda bulunur. Elektron kazanmış oksijen, elektron kaybetmiş bir çift proton ile birleşerek suyu oluşturur (Görsel 2.22).



Görsel 2.22: Elektron Taşıma Sistemi

Sonuç olarak oksijenli solunum reaksiyonları sırasında ve sonunda CO_2 ve H_2O oluşurken metabolik faaliyetler için gerekli olan ATP de üretilmiş olur. Oksijenli solunumda tüketilen bir glikoz molekülden substrat düzeyinde fosforilasyonla 4 ATP, oksidatif fosforilasyon ile NADH'tan gelen elektronları ETS'de hangi molekülün aldığına bağlı olarak da 26 ya da 28 ATP sentezlenir. Böylece glikoz başına 30 ya da 32 ATP üretilir. Oksijenli solunum enzim kontrolünde gerçekleştiği için sıcaklık değişimlerinden etkilenir.

Oksijenli solunumda glikoliz sonucu oluşan pirüvik asit, CO_2 ve H_2O gibi inorganik maddelere kadar parçalandığı için diğer hücresel solunum çeşitlerine göre daha fazla ATP üretilir.

Oksijenli solunumun genel denklemi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + ATP$$

Oksijenli solunumun genel denklemindeki H_2O sayıları sadeleştirilirse aşağıdaki denklem elde edilir.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP$$

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 2.6

Etkinliğin Adı: Oksijenli solunum sürecini açıklayan elektronik sunu hazırlama

Etkinliğin Amacı: Oksijenli solunum sürecini kavramak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Bilgisayar, etkileşimli tahta, sunu hazırlama programları

Uygulama

- Beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Çalışma grubunuzla sunu için gerekli olan bilgisayar programlarını kullanarak oksijenli solunum süreci ile ilgili bir sunu (animasyon, video vb.) hazırlayınız. Hazırladığınız sunuyu arkadaşlarınızla paylaşınız.

Sonuçlandırma

1. Oksijenli solunum sonucunda açığa çıkan ürünler solunumun hangi evresinde oluşur?

....

2. Oksijenli solunumun krebs döngüsünde oluşan moleküller nelerdir?

....

ETKİNLİK: Deney

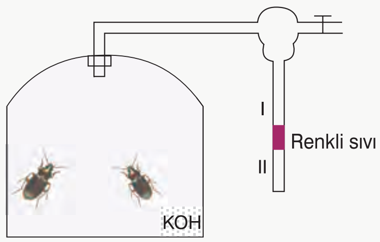
Etkinlik No. : 2.7

Etkinliğin Adı: Oksijenli solunum

Etkinliğin Amacı: Oksijenli solunumda CO_2 oluşumunun gözlemlenmesi

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Canlı böcek, cam fanus, cam boru, renkli sıvı, KOH (potasyum hidroksit). KOH ortamdaki CO_2 ile reaksiyona girerek K_2CO_3 (potasyum karbonat) oluşturur. Bu nedenle CO_2yi bağlama özelliğine sahiptir.



Uygulama

- KOH kristallerini pamuğa sararak böceklerle birlikte cam fanus içine yerleştiriniz.
- Cam fanusu şekildeki gibi bir ucu renkli sıvıya batırılmış kılcal cam boru ile birleştiriniz.
- 10 - 15 dakika bekleyiniz. Renkli sıvının hareketini gözlemleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Böceklerin oksijenli solunum yaptıklarını neye dayanarak söyleyebilirsiniz?

....

2. Renkli sıvı hangi numaralı yöne doğru neden hareket etmiştir?

....

Oksijensiz Solunum

Glikozun oksijen kullanılmadan yıkılması sırasında ETS yardımıyla ATP üretilmesine **oksijensiz solunum** denir. Oksijensiz solunumda son elektron alıcısı, O_2 dışında bir inorganik moleküldür. Oksijensiz solunumda ETS'deki son elektron alıcısı olan inorganik maddelerin elektron çekim güçleri zayıftır. Bu nedenle oksijensiz solunumda üretilen ATP miktarı azdır.

Bazı bakteriler, besin moleküllerinden kopardıkları elektronları SO_4^{2-} (sülfat) , S (kükürt), NO_3^- (nitrat) , CO_2 (karbondioksit) ve (Fe^{3+} (demir) gibi inorganik yapılı son elektron alıcılarına aktarır ve enerji elde eder. Bataklık gibi oksijensiz ortamda yaşayan bazı bakteriler, besin moleküllerinden kopardıkları elektronları ETS üzerinden SO_4^{2-} iyonuna aktarır. Elektronların ETS'de taşınması sırasında açığa çıkan enerji ile de ATP sentezlenir.

Toprak ve suda bulunan NO_3^- oksijensiz solunum yapan bakteriler tarafından N_2'ye (moleküler azot) dönüştürülür. Bu bakteriler oksijensiz ortamda ETS'lerinde son elektron alıcısı olarak NO_3'ü kullanır. NO_3 elektron alarak birkaç basamakta moleküler azota dönüşür. **Denitrifikasyon** adı verilen bu olay, biyosferdeki azot döngüsünün korunmasına katkı sağlar.

Fermantasyon

Fermantasyon, oksijen kullanılmadan sadece glikoliz yolu ile ATP üretilebilen metabolik bir süreçtir. Oksijensiz ortamda glikoliz sonucu oluşan pirüvik asit, etil alkol veya laktik asit gibi organik yapılı son ürünlere dönüşebilir.

Solunumun ilk evresi olan glikolizde kullanılan enzim çeşitleri, tüm canlılarda ortaktır ve bu nedenle her canlı, glikoliz sonunda pirüvik asit üretir. Ancak glikolizden sonraki basamaklarda kullanılan enzimler, canlı türüne göre farklılık gösterebildiğinden pirüvik asit, oksijensiz ortamda etil alkol veya laktik asit gibi farklı organik yapılı maddelere dönüşür.

Sitoplazmada glikoliz tamamlandıktan sonra **mayalanma** olarak da bilinen fermantasyon reaksiyonları meydana gelir. Fermantasyon, glikoliz ve son ürünler evresinden oluşur.Glikoliz evresinde oluşan 2 NADH molekülündeki hidrojenlerin organik yapılı maddelere aktarılarak yeniden NAD^+ oluşması, glikolizin ve ATP üretiminin devamlılığı açısından oldukça önemlidir.

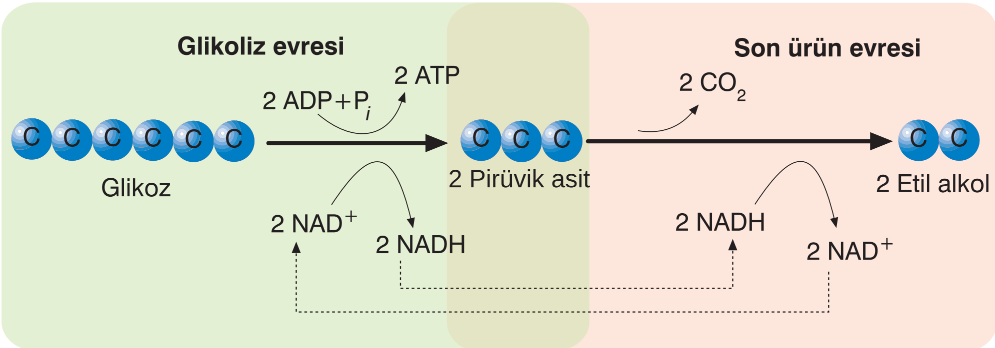
Fermantasyon, oluşan son ürün çeşidine göre isimlendirilir. Bunlardan en önemlileri etil alkol ve laktik asit fermantasyonudur.

Günlük hayatımızda tükettiğimiz ekmek, yoğurt, sirke, boza, şalgam suyu ve kefir gibi besin maddelerinin üretiminde fermantasyondan yararlanılır. Fermantasyon, çok eski yıllardan beri besinlerin bozulmadan saklanması için uygulanan bir yöntemdir. Fermantasyon ürünleri, probiyotik açıdan oldukça zengin olduğu için insan sağlığı için faydalıdır.

A) Etil Alkol Fermantasyonu

Etil alkol fermantasyonu, glikoliz sonucu oluşan pirüvik asidin enzim denetiminde gerçekleşen özel tepkimeler sonucu etil alkole dönüşmesidir. Glikoliz evresinde bir glikozdan 2 pirüvik asit oluştuktan sonra son ürünler evresinde 2 CO_2 çıkışı gerçekleşir. Glikolizde elde edilen 2 NADH molekülündeki hidrojenler, son ürünler evresinde tepkimelere katılarak 2 etil alkol üretilmesini sağlar (Görsel 2.23).

Mayalar, birçok bakteri ve bazı bitki tohumları etil alkol fermantasyonu gerçekleştirir. Ekmek yapımında etil alkol fermantasyonu yapan maya mantarları kullanılmaktadır. Mayalanan hamurun bir süre sonra kabarmasının nedeni, gerçekleşen etil alkol fermantasyonu sırasında oluşan CO_2 gazıdır.

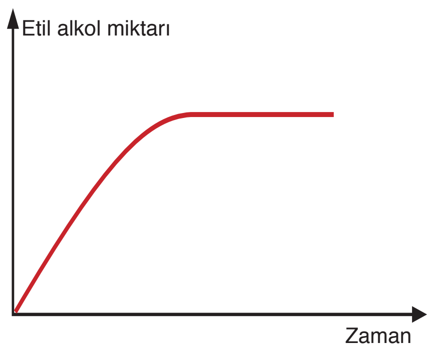


Görsel 2.23: Etil alkol fermantasyonu

Etil alkol fermantasyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

Glikoz ⟶ 2 Etil alkol + 2 CO_2 + 2 ATP

Etil alkol fermantasyonu yapan mayalar ve bakteriler için son ürün evresinde açığa çıkan etil alkol, belirli bir değerin üzerinde zehir etkisi gösterir. Bu sebeple etil alkol fermantasyonu sonucu oluşan ürünlerin alkol değeri çok yüksek değildir (Grafik 2.3). Maya ve bakteriler için zehir etkisi yapan etil alkol, insanlar için de benzer etkiye sahiptir.



Grafik 2.3: Etil alkol miktarı değişim grafiği

Alkollü içecekler bağımlılık da yapmaktadır. Bu sebeple alkollü içeceklerden uzak durmak, genel vücut sağlığını koruma açısından çok önemli bir davranıştır.

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 2.8

Etkinliğin Adı: Hamurun mayalanması

Etkinliğin Amacı: Maya mantarlarının fermantasyon ile karbondioksit açığa çıkarmasını kavramak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: 5 bardak buğday unu, 1 yemek kaşığı kuru maya, 1 yemek kaşığı toz şeker, 1 tatlı kaşığı tuz, 2 büyük bardak su



Uygulama

- Beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- Kuru mayayı ve toz şekeri ılık suyun içine atarak eriyinceye kadar karıştırınız. Buğday ununun ortasına suda erittiğiniz mayayı dökünüz. Daha sonra hazırladığınız diğer malzemeleri de karışıma ekleyip hamuru yoğurunuz. Hazırlanan hamuru, bir kap içerisine alarak üstünü örtünüz. Hamuru sıcak bir yerde dinlenmeye bırakınız. 20-25 dakika sonra hamurun kabarmış olduğunu göreceksiniz. Kabarmış hamuru birkaç kez daha yoğurduğunuzda kabarmanın azaldığını ve yavaş yavaş kaybolduğunu fark edeceksiniz.

Sonuçlandırma

Yaptığınız deneydeki gözlemlere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Mayayı ve şekeri neden soğuk değil de ılık suda karıştırdınız?

....

....

....

2. Dinlenmeye bıraktığınız mayalı hamurun üzerini neden kapattınız?

....

....

....

3. Hamurun kabarmasını ne sağlamıştır? Açıklayınız.

....

....

....

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 2.9

Etkinliğin Adı: Elma sirkesi yapımı

Etkinliğin Amacı: Elma sirkesi yapımında maya mantarlarının etkisini kavramak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: 2 adet elma, 750 ml temiz içme suyu, bir çay kaşığı şeker, bir çay kaşığı tuz, 1 litrelik cam kavanoz

Uygulama

- Beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- Elmaları yıkadıktan sonra dilimleyiniz. Kavanozun yarısını dilimlediğiniz elmalarla doldurunuz. Daha sonra su, şeker ve tuz ekleyerek kavanozun ağzını kapatınız. Şeker ve tuz eriyinceye kadar çalkalayınız. 10 gün ışık almayan karanlık bir yerde bekletiniz.

Sonuçlandırma

Yaptığınız deneydeki gözlemlere göre aşağıdaki sorulara cevap veriniz.

1. Sirke yaparken kavanozun ağzını sıkıca kapatmanızın sebebi nedir?

....

....

....

2. Neden karanlık ortamda beklettiniz?

....

....

....

3. Elde edilen sirke hangi amaçlar için kullanılmaktadır?

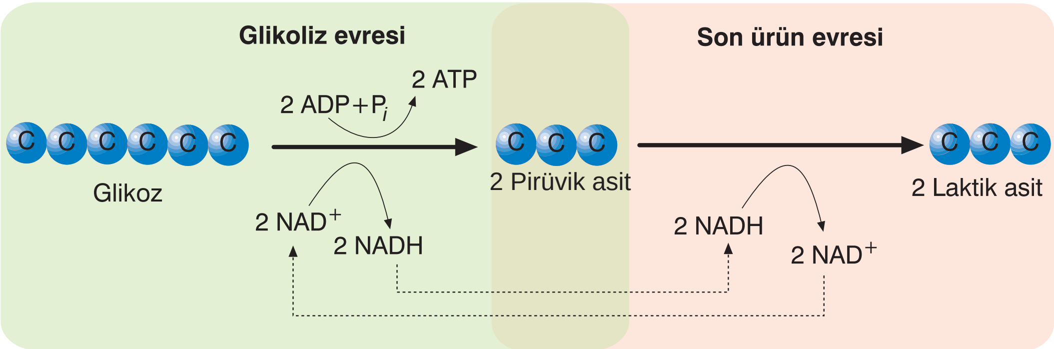
....

....

....

B) Laktik Asit Fermantasyonu

Laktik asit fermantasyonu, glikoliz sonucu oluşan pirüvik asidin enzimler denetiminde özel tepkimeler sonucu laktik aside dönüşmesiyle gerçekleşir. Glikolizde elde edilen 2 NADH molekülünün hidrojenleri tepkimeye katılınca laktik asit üretilmiş olur. Etil alkol fermantasyonundan farklı olarak bu fermantasyon çeşidinde CO_2 çıkışı görülmez (Görsel 2.24).



Görsel 2.24: Laktik asit fermantasyonu

Laktik asit fermantasyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

Glikoz ⟶ 2 Laktik asit + 2 ATP

İnsanlarda çizgili kas hücreleri, yeterli oksijenin olmadığı durumlarda laktik asit fermantasyonu ile ATP üretir. Yoğun kas egzersizleri veya kas gücü gerektiren işlerin başlangıcında ATP üretmek için gerekli olan oksijen, yeterli miktarda sağlanamayabilir. Bu durumda ani kas krampları yaşanır (Görsel 2.25). Çizgili kaslarda oksijen yetersizliğinde oksijenli solunuma devam edilirken aynı anda enerji açığını kapatabilmek için laktik asit fermantasyonu da gerçekleşir.

Üretilen az miktardaki laktik asit, yeterli oksijen sağlandığında kasların daha iyi çalışmasını sağlar. Bunun için yoğun kas egzersizlerinden önce yapılan ısınma hareketleri oldukça faydalıdır.

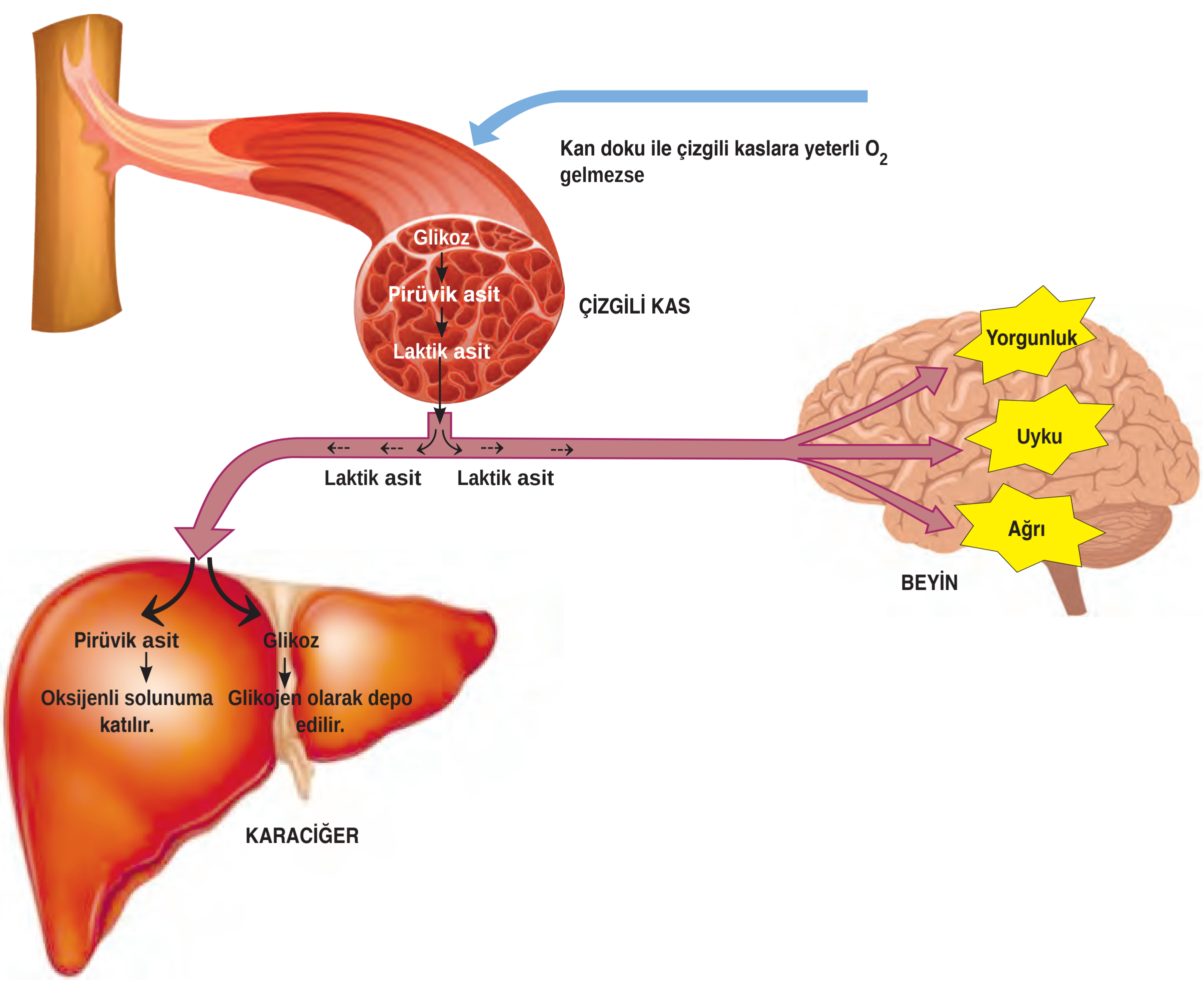


Görsel 2.25: Laktik asit birikimine bağlı kas krampı

EK BİLGİ

İnsanlarda olgun alyuvarlar, çekirdek ve organel bulundurmaz. Bu nedenle olgun alyuvarlar gerekli ATP'yi sadece laktik asit fermantasyonu ile üretir.

Ancak kas aktivitesinin aşırı artması durumunda laktik asit miktarı artar ve laktik asit kaslarda birikir. Hücrelerde biriken laktik asit, kan damarları ile beyne taşınır. Laktik asit; beyindeki ağrı, uyku ve yorgunluk merkezini uyarır. Bu durum çok yorulduğumuzda uykumuzun neden geldiğini ya da vücudumuzda neden ağrılar oluştuğunu da açıklar. Vücut dinlenirken yeterli oksijen sağlanırsa laktik asit, karaciğere taşınır. Karaciğer hücreleri, laktik asidi özel biyokimyasal tepkimelerle pirüvik asit ve glikoza dönüştürür. Pirüvik asit, oksijenli solunumda tüketilirken; glikozların fazlası, karaciğerde glikojen olarak depolanır (Görsel 2.26).



Görsel 2.26: Laktik asidin bazı organlar üzerindeki etkisi

Sütten yoğurt ve peynir yapımında bazı mantar ve bakterilerin gerçekleştirdiği laktik asit fermantasyonundan yararlanılır. Fermantasyon, uzun yıllardan beri uygulanmakta olan gıda üretim ve koruma yöntemlerinden biridir. Sütten elde edilen yoğurt ve kefir, tahıllardan elde edilen tarhana ve boza, et ürünlerinden elde edilen sucuk ve pastırma, çeşitli meyve ve sebzelerden elde edilen sirke ve turşular, fermente ürünlere örnek olarak verilebilir. Fermantasyon; besinleri koruma, zararlı mikroorganizmaları öldürme ve bağışıklığı güçlendirme gibi birçok biyolojik işleve sahiptir. Bu biyolojik işlevlerinden dolayı son yıllarda dünyada ve ülkemizde fermente yiyeceklere olan ilgi hızla artmaktadır.

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 2.10

Etkinliğin Adı: Yoğurt yapımı

Etkinliğin Amacı: Sütten yoğurt oluşmasını sağlayan bakterilerin fermantasyon yaptığını kavramak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: 1 litre süt, 2 yemek kaşığı yoğurt mayası (daha önceden evde hazırlanmış yoğurt), tencere, kepçe, termometre, kase, kaşık, ocak, tencerenin üzerini örtecek bez

Uygulama

- Beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- 1 litre süt, temiz bir tencereye konulup ocakta 25 - 30 dakika karıştırılarak kaynatılır. Kaynamış süt, sıcaklığı 40 - 45°C'ye düşünceye kadar soğutulur. Mayalanma için en uygun sıcaklık, yaklaşık 45°C'dır. Tencereden bir kepçe süt kaseye alınır ve üzerine yoğurt mayası ilave edilip karıştırılır. Bu karışım, uygun sıcaklığa sahip tenceredeki süte dökülür ve karıştırılmaya devam edilir. Tencerenin ağzı sıkıca kapatılır ve sütün bir süre daha sıcaklığını koruması için tencere bir bezle örtülür. Yaklaşık 4 - 5 saat sonra yoğurt hazır hâle gelir. Yoğurt buzdolabında bir gün bekletilir.



Sonuçlandırma

1. Sütün mayalanması için neden tencerenin ağzı kapatılmış ve tencere ılık bir ortamda bekletilmiştir?

....

....

....

2. Yoğurt mayalandıktan hemen sonra neden buzdolabına konulmaktadır?

....

....

....

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 2.11

Etkinliğin Adı: Boza yapımı

Etkinliğin Amacı: Boza oluşumunda mayaların etkinliğini kavramak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Su, ocak, tencere, kaşık, bardak, 1 su bardağı bulgur, 1 çorba kaşığı un, 2 çorba kaşığı şeker, 1 tatlı kaşığı kuru maya, 1 çay bardağı yoğurt

Uygulama

- Beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- Bir su bardağı bulgur tencereye aktarılır, üzerine sekiz bardak su ilave edilir. Oda sıcaklığında bir gece bekletilir. Bulgur, suyunu çektikçe su ilave edilir. Hazırlanan bulgur, kısık ateşte iki saat pişirilir. Mutfak robotunda çekilerek süzgeçten geçirilir. Bir çorba kaşığı un bir bardak su ile karıştırılıp kısık ateşte koyulaşıncaya kadar pişirilir. Ocaktan alınıp içine iki çorba kaşığı şeker ilave edilir ve karıştırılır. Karışım ılıyınca içine yoğurt katılır. Bir tatlı kaşığı maya, bir çay bardağı suda ezilip beş dakika bekletilip yoğurt karışımına katılır. Mayalı karışım çekilmiş bulgura eklenir. Yaklaşık 2 gün oda sıcaklığında bekletilir, ara ara karıştırılır. Çekilmiş bulgura mayalı karışım eklenir. Değişimler gün gün not edilir.

Sonuçlandırma

1. Boza yapımında kuru maya ve yoğurt kullanılmasının nedeni nedir?

....

....

....

2. Boza yapımı sırasında CO_2 çıkışı gözlenebilir mi?

....

....

....

3. Boza yapımı sırasında pH ölçümü yapılsa nasıl bir sonuç ortaya çıkar?

....

....

....

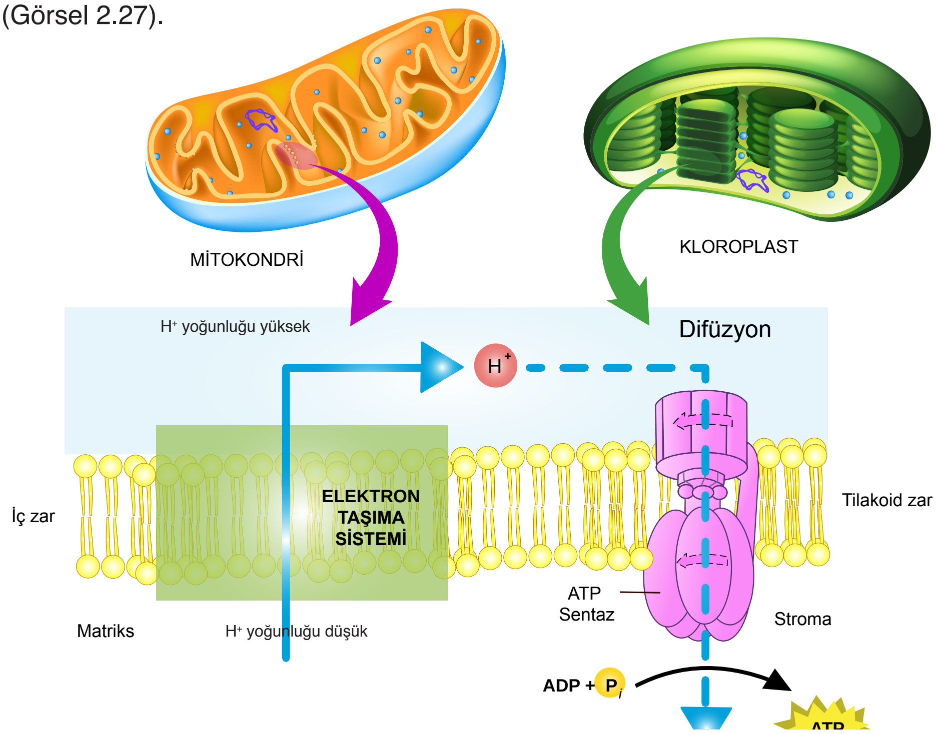
2.4.2. FOTOSENTEZ VE SOLUNUM İLİŞKİSİ

Tüketici canlılar, üreticileri veya üreticileri besin olarak tüketen canlıları besin olarak kullanarak Güneş enerjisinden dolaylı olarak yararlanır. Tüm canlılar, enerji üretmek için beslenmek zorundadır. Besinlerde depolanan enerjinin kaynağı ise Güneş'tir. Ekosistemlerde enerji akışı sırasında bitki ve hayvan hücrelerindeki mitokondriler, hücrede üretilen organik ürünleri kullanır. Bitki hücrelerinde, kloroplast ve mitokondri; hayvansal hücrelerde ise mitokondriler enerji dönüştürücü organellerdir.

Mitokondri ve kloroplastlarda ETS yardımıyla ATP sentezi kemiosmotik görüş ile açıklanır. Bu görüşe göre mitokondri ve kloroplastlarda elektron taşıma sistemi, protonları (H^+) mitokondri matriksi ve kloroplast stromasından elektron enerjisi yardımıyla zarlar arası bölge ve tilakoit boşluklara pompalar. Mitokondrideki zarlar arası bölge ve kloroplastın tilakoit boşluklarında biriken protonlar, ATP sentaz kanallarından difüzyonla matriks ve stromaya geri döner. Bu sırada ATP sentezlenir (Görsel 2.27).

EK BİLGİ

İnsanlar tarafından çeşitli amaçlar için petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtların kullanılması sonucu atmosfere çok miktarda CO_2 verilmekte ve sera etkisi oluşmaktadır. Fotosentetik canlılar, sera etkisini azaltmada kilit rol oynar.



Görsel 2.27: Mitokondri ve kloroplastta elektron taşıma sistemi

Enerji, ekolojik sistemler arasında yer değiştirir. Oksijenli solunumun son ürünleri olan CO_2 ve H_2O, fotosentez tepkimelerinde; aynı şekilde fotosentezin son ürünleri olan besin ve oksijen de oksijenli solunumda tüketilen temel maddeleri oluşturur. Fotosentez yeryüzünde yaşayan tüm canlılar için oldukça önemlidir. Oksijenli solunum yapan canlılar tarafından atmosfere verilen tonlarca CO_2, fotosentetik canlılar tarafından tüketilir ve CO_2 dengesi korunur. Kâğıt, pamuk, doğal bitkisel lifler ve selüloz insanlar tarafından kullanılan fotosentetik ürünlerdir.

EK BİLGİ

Küresel ısınmayı önlemek için çevreye duyarlı, sorumluluk sahibi, doğal kaynakları israf etmeyen ve bilinçli tüketen, doğal yaşam alanlarını koruyan bireyler olunmalıdır.

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 2.12



Etkinliğin Adı: Fotosentez solunum ilişkisi

Etkinliğin Amacı: Fotosentez solunum ilişkisini kavramak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: 2 adet cam fanus, 2 adet özdeş mum, 1 adet saksı bitkisi



I. deney düzeneği — II. deney düzeneği

Uygulama

- Beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- Laboratuvar ortamında I. deney düzeneğindeki cam fanusun içerisine sadece yanan mumu, II. deney düzeneğindeki cam fanusun içerisine yanan mum ve saksı bitkisini hava almayacak şekilde koyunuz. Mumların yanma sürelerini gözlemleyip not ediniz.

Sonuçlandırma

1. Hangi mumun daha uzun süre yandığını sebebi ile açıklayınız.

....

2. Deney sonunda cam fanuslarda neden su buharı oluştuğunu açıklayınız.

....

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 2.13

Etkinliğin Adı: Fotosentez solunum ilişkisi

Etkinliğin Amacı: Fotosentez solunum ilişkisini kavramak

Etkinliğin Süresi: Tasarladığınız deneye göre belirleyiniz.

Açıklama: Sınıfınızda beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz. Öğrendiğiniz bilgileri kullanarak solunum fotosentez ilişkisi ile ilgili bir deney tasarlayınız. Tasarladığınız deneyde kullanacağınız araç gereci, etkinliğin süresini ve deneyin yapılışında takip edilecek yönergeyi ilgili alanlara yazınız. Deneyi gerekli güvenlik tedbirlerini alarak uygulayınız.

Etkinliğin Süresi: Tasarladığınız deneye göre belirleyiniz.

Araç Gereç: Tasarladığınız deneye göre belirleyiniz.

Uygulama: Deneyin yapılış yönergesini yazınız.

Sonuçlandırma

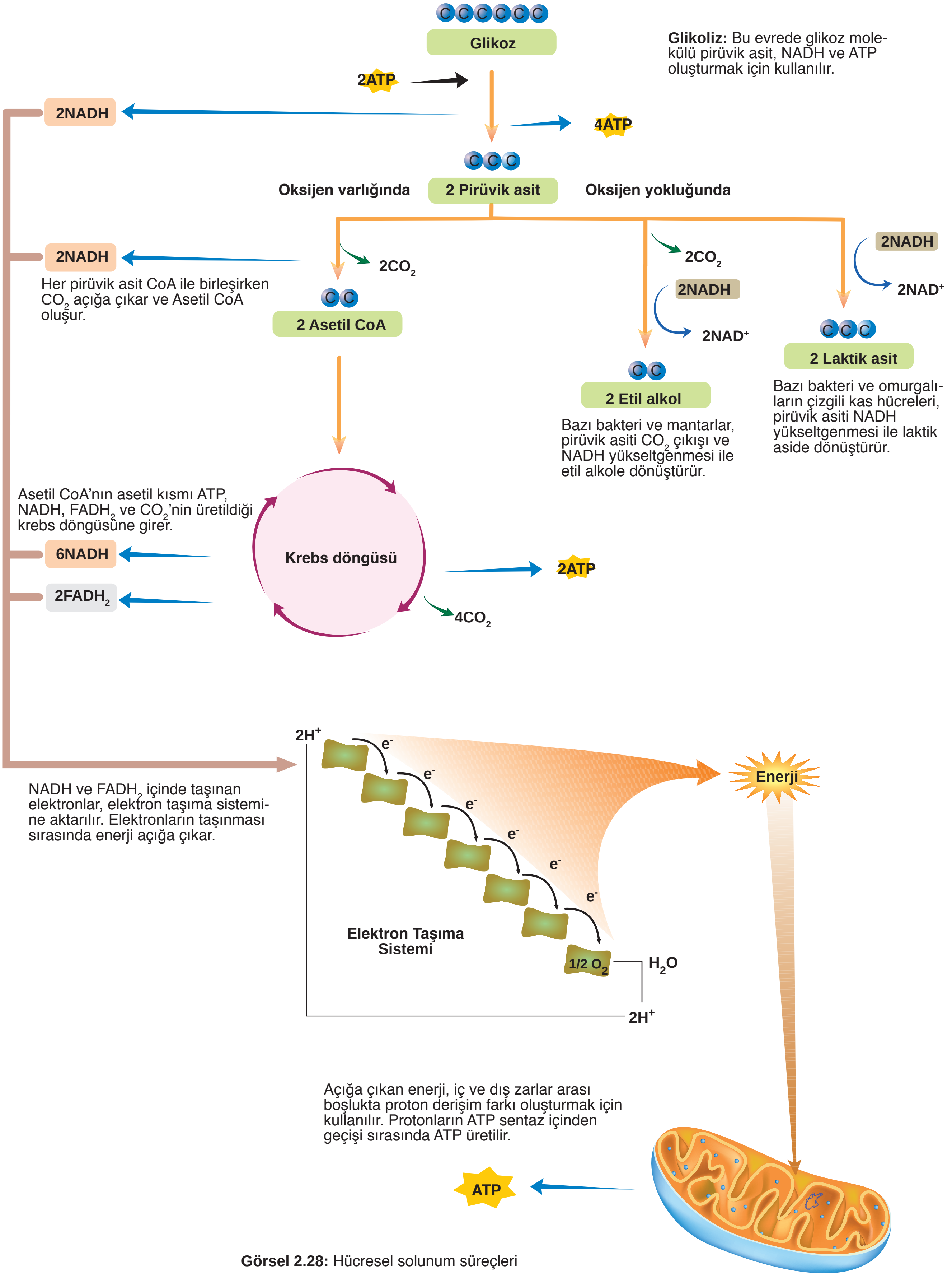
1. Deneyden elde ettiğiniz verilere göre tablo ve grafik hazırlayınız.

....

2. Tasarladığınız deneyi arkadaşlarınızın tasarladıkları deneylerle karşılaştırınız.

....

Aşağıda hücresel solunum süreçleri ile ilgili infografik verilmiştir (Görsel 2.28).



Görsel 2.28: Hücresel solunum süreçleri

2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. ATP'nin yapısında; adenin bazı, ... şekeri ve üç tane fosfat molekülü bulunur.

2. ATP üretimine .... , tüketimine .... denir.

3. Etil alkol fermantasyonu sırasında etil alkol ve......................... gazı oluşur.

4. Oksijenli solunum; ökaryot canlılarda .... başlar, ... tamamlanır.

5. Oksijenli solunum ve fermantasyonun.................................. reaksiyonunda aynı çeşit enzimler görev alır.

6. Oksijensiz solunumda fermantasyondan farklı olarak..görev alır.

7. Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonunda suyun parçalanmasına .... denir.

8. Fotosentezin ışığa bağımlı evresinden ışıktan bağımsız reaksiyonlarında............................... ve .... aktarılır.

9. Fotosentez sırasında atmosfere verilen O_2 gazına .... molekülü kaynaklık eder.

10. CO_2 fotosentezin .... reaksiyonunda tüketilir.

11. Hidrojenler; fermantasyon ve oksijensiz solunumda .... , fotosentezde .... molekülleri ile taşınır.

12. Kemoototroflar,...oksidasyonundan elde ettikleri enerjiyi organik madde sentezinde tüketir.

13. Kemosentez sadece ....hücre yapısına sahip canlılarda görülür.

B) Aşağıda numaralar ile verilen ifadeleri, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz.

14.

A	B
1. Kalp kası (.........)	a. Fotosentezle ATP üretebilir.
2. Karanlıkta çoğalamayan bir bakteri (.........)	b. ATP gereksinimini, glikozu laktik aside çevirerek karşılar.
3. Karanlıkta oksijensiz koşullarda üreyebilen ve CO_2 üreten bakteri (.........)	c. ATP gereksinimini, glikozu etil alkole çevirerek karşılar.
4. Olgun alyuvarlar (.........)	ç. ATP gereksinimini, oksidatif fosforilasyonla karşılar.
	d. Fotosentez için kloroplast organeli bulundurur.

C) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

15. Fotosentezin ışığa bağımlı ve ışıktan bağımsız reaksiyonlarının farklarını yazınız.

....

16. Glikolizin tüm canlılarda aynı şekilde gerçekleşmesinin sebebi nedir?

....

17. Oksijensiz solunum ile fermantasyonun farkını yazınız.

....

18. Kemosentez reaksiyonlarının gerçekleşmemesi ilk önce bitkilere zarar verir. Bu durumun sebebini kısaca açıklayınız.

....

19. Oksijensiz solunumun madde döngüsü açısından önemini kısaca açıklayınız.

....

20. Oksijenli solunumda fermantasyona göre enerji veriminin daha fazla olmasının sebepleri nelerdir?

....

21. Etil alkol ve laktik asit fermantasyonunda farklı son ürünler oluşmasının nedenlerini yazınız.

....

22. Bitkilerin gece gündüz oksijenli solunum yapmalarına rağmen atmosfere sadece geceleri CO_2 gazı vermelerinin nedenleri nelerdir?

....

23. Ökaryot hücrelerde oksijenli solunum sırasında substrat düzeyinde fosforilasyon ve oksidatif fosforilasyonla ATP üretimi hangi hücresel yapılarda gerçekleşir?

....

24. Fermantasyon çeşitlerinde glikoliz tamamlandıktan sonra ATP üretimi ya da tüketimi olmamasına rağmen fermantasyonun bir süre daha devam etmesinin sebepleri nelerdir?

....

25 - 27. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplandırınız.

Bir aşçı kefir yapmak için bir kavanoza süt ile kefir mayalarını koyarak karıştırır. Sütün mayalanması için sütü bir gün kavanozda bekletir. Mayalanma boyunca sütte kimyasal değişiklikler meydana gelir. Mayalar; sütteki şekeri, CO_2 ve etil alkole dönüştürür.



Kefir mayası ve süt

25. Kefir oluşurken sütün kütlesinde azalma görülür mü? Açıklayınız.

....

....

....

....

26. Mayalar, kefir üretiminde metabolik faaliyetlerini gerçekleştirmek için gerek duydukları ATP'yi hangi yolla sentezler?

....

....

....

....

27. Mayalanmada hafif asidik kefir oluşumuna sebep olan olay aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kefir oluşurken etil alkol üretilmesi
B) Kefir içindeki mayaların sayıca azalması
C) Kefir oluşurken CO_2 üretilmesi
D) Kefir oluşurken sütteki suyun buhar hâlinde uzaklaşması
E) Kefir oluşurken sütteki karbonhidratların enzimlerle parçalanması

28 - 32. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplandırınız.

Birçok hücrenin yaşamını sürdürebilmesi için **mitokondri** denilen ve ATP üreten santrallere ihtiyacı vardır. Bir hücrenin ne kadar mitokondriye sahip olacağını, üstlendiği faaliyetin yoğunluğu belirler. Bu nedenle kalp kası hücrelerinin %50'si, beyin hücrelerinin %30 - 35'i, böbrek ve karaciğer hücrelerinin ise %20 - 25'i mitokondriden oluşur. Metabolik faaliyetleri oldukça yavaş olan kemik ve yağ dokusu hücrelerinde ise 2 - 3 tane mitokondri bulunur. Hücrelerdeki mitokondriler azaldıkça ya da görevini tam olarak yapamadıklarında kronik yorgunluk, bağışıklık sisteminde zayıflama ve yaşlanma gibi bazı sorunlar oluşmaya başlar.

28. Birçok hücrede ATP sadece mitokondri tarafından mı üretilir? Açıklayınız.

....

....

....

....

29. Düzenli egzersiz yapan insanların kas hücrelerinde diğer insanlara göre daha çok mitokondri bulunur denilebilir mi? Açıklayınız.

....

....

....

....

30. Hangi durumlarda mitokondriler görevlerini tam olarak yapamaz?

....

....

....

....

31. Hücrelerdeki mitokondri sayısı azaldıkça insanlarda hangi sorunlar görülmeye başlar?

....

....

....

....

32. Mitokondri ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

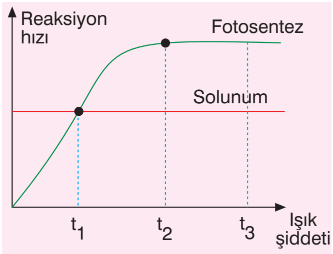
A) Mitokondriler, metabolik faaliyetlerde tüketilecek ATP'leri üretir.
B) Ürettiği ATP'yi depolar.
C) Kemik ve yağ doku hücrelerinde az miktarda bulunur.
D) Metabolizma hızı yüksek olan hücrelerde bol miktarda bulunur.
E) Hücrelerdeki oksijen yetersizliği mitokondri faaliyetlerini yavaşlatır.

33 - 35. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplandırınız.

Işık Kompensasyon Noktası: Solunumla kaybedilen organik maddenin temin edilebilmesini sağlayabilen fotosentez değeri için gerekli olan ışık miktarı olarak tanımlanır.

Silvikültür: Planlı olarak ormanların gençleştirilmesi, yeni ormanların kurulması, orman alanlarının varlıklarının devam ettirilmesidir.

Orman bitkilerinde genel olarak fotosentez solunum ilişkisi grafikteki gibidir.



Ormanlık alanlarda bulunan ağaç türlerinden *Fagus grandifolia* [*Fagus grandifolya* (Amerika kayını)] ve *Pinus sylvestris* [Pinus silvestiris (sarıçam)] fidanlarının gelişimi için gerekli olan optimum ışık kompensasyon noktaları tablodaki gibidir.

Bitki türü	Kompensasyon nok. (%)
Fagus grandifolia	7.5
Pinus sylvestris	28.7

33. Hangi bitki türünde büyüme ve gelişme döneminde silvikültür yapılmaması gerekir?

....

....

....

34. Hangi tür fidanının iyi gelişebilmesi için orman tabanının iyi ışık alması gerekir?

....

....

....

35. Verilen grafik ve tablodaki bilgilere göre aşağıdakilerden hangileri doğrudur?

I. Grafikte t_2 ile gösterilen değerde bitki, ışık şiddeti yönünden doygunluk noktasına ulaşmıştır.

II. Grafikte t_1 ile gösterilen değer, kompensasyon noktasıdır ve bitki türlerine göre farklılık gösterir.

III. *Fagus grandifolia* (Amerika kayını) gölge bitkisi olarak değerlendirilir ve çimlenme döneminde az ışığa ihtiyaç duyar.

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

Ç) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

36. Kemosentezle ilgili

I. Sadece prokaryot canlılar tarafından gerçekleştirilir.
II. Işık enerjisi kullanılmadığı için gece gündüz gerçekleşebilir.
III. Hidrojen kaynağı olarak H_2O ya da H_2S kullanılabilir.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

37. Oksijenli solunumun

I. Glikoliz
II. ETS
III. Krebs döngüsü

evrelerinden hangilerinde oksidatif fosforilasyon ile ATP sentezlenir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

38. ATP

I. Nükleotit yapılı olma
II. 5 karbonlu şeker içerme
III. Fosfat bağı bulundurma

özelliklerinden hangilerine sahiptir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

39. Fotosentez reraksiyonları sırasında

I. Glikoz sentezlenmesi
II. Oksijen üretilmesi
III. ATP sentezlenmesi

olaylarından hangilerinde ışık doğrudan etkili değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

40. Solunum çeşitlerinin ilk basamağını oluşturan glikoliz reaksiyonlarında aşağıdakilerden hangisi gerçekleşmez?

A) Karbondioksit üretimi

B) Substrat düzeyinde fosforilasyon

C) ATP harcanarak glikozun aktifleştirilmesi

D) ATP üretimi

E) NAD^+ molekülünün hidrojen yakalaması

41. Oksijensiz solunumla ilgili

I. Besin monomerlerinden koparılan elektronlar ETS yardımı ile başka organik maddelere aktarılır.
II. Fermantasyondan farklı olarak ETS kullanılır.
III. Madde döngüsü açısından oldukça önemlidir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

42. Kemiozmotik görüş ile ilgili

I. ETS yardımıyla ATP sentezini açıklar.
II. ATP sentezinde ATP sentaz görev alır.
III. ATP sentezi protonların (H^+) zarlar arası boşluktan matrikse difüzyonla geçişi sırasında gerçekleşir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

43. Aşağıdaki olaylardan hangisi fotosentez yapan canlıların tamamında tepkimeler sırasında ortak olarak gerçekleşmez?

A) ATP üretmek

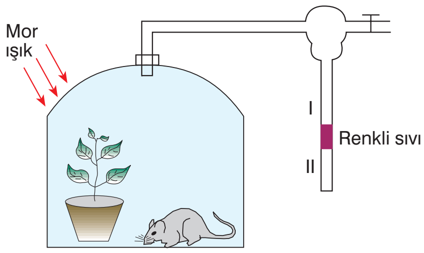
B) Işık enerjisi kullanmak

C) Besin üretmek

D) Karbondioksit tüketmek

E) Su tüketmek

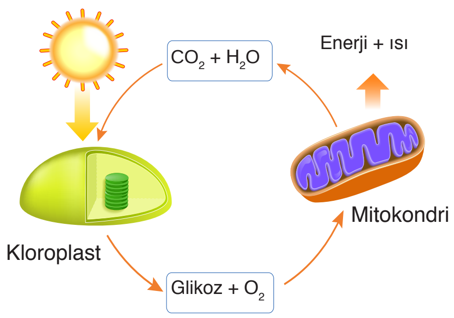
44. Görselde verilen deney düzeneği hazırlanarak cam fanusa fotosentetik bir bitki ve canlı fare konulmuş, bir süre sonra renkli sıvının hiç hareket etmediği gözlemlenmiştir.



Buna göre renkli sıvının hareket etmemesinin temel sebebi aşağıdakilerden hangisinde doğru ifade edilmiştir?

A) Bitkiye gönderilen ışığın dalga boyu
B) Düzenekte CO_2 tutucu bir maddenin olmaması
C) Bitkide klorofil molekülünün bulunmaması
D) Farenin oksijen tüketmemesi
E) Deney kabında üretilen ve tüketilen gaz oranlarının aynı olması

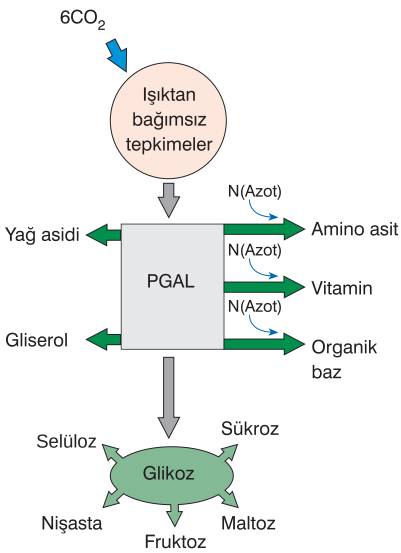
45. Aşağıda bir bitkide gerçekleşen enerji dönüşümü şema ile gösterilmiştir.



Bu şema ile ilgili olarak hangisi <u>söylenemez</u>?

A) Kloroplast ve mitokondri enerji dönüşümünde görev alır.
B) Mitokondri, kloroplastın ürettiği glikoz ve oksijeni kullanır.
C) Mitokondri, sadece ışık varlığında ATP üretir.
D) Bitkiler, solunum sonucu ürettikleri bazı maddeleri fotosentezde kullanır.
E) Kimyasal bağ enerjisinin bir kısmı, ısı enerjisine dönüştürülür ve atmosfere verilir.

46. Aşağıda fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinin bir kısmı şema ile gösterilmiştir.



Bu şema ile ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>söylenemez</u>?

A) Bitkiler, ihtiyacı olan yağ asidi çeşitlerini sentezleyebilir.
B) PGAL'in bir kısmı, topraktan gelen azotlu bileşiklerle amino asitlere dönüşür.
C) Vitamin sentezi sırasında azot kullanılır.
D) Bitki, fotosentez reaksiyonları ile tüm polisakkarit çeşitlerini sentezleyebilir.
E) Işıktan bağımsız tepkimelerde karbonhidrat, yağ ve proteinlerin yapı taşları sentezlenir.

DEĞERLENDİRME
Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları veya faaliyetleri geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.



BİTKİ BİYOLOJİSİ

3\. ÜNİTE

3.1. BİTKİLERİN YAPISI

3.2. BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI

3.3. BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

Nisan ayında Adana'ya gelenler "Burası parfüm kokuyor." derler. Bu mevsimde şehir bir başkadır. Her taraf buram buram portakal çiçeği kokar. Turunç, mandalina, limon, greyfurt çiçekleri… Hepsi de aynı ailenin harika türleridir. Erzin, Dörtyol, Kozan ve Adana nisanda buğulu bir sis perdesi gibi bu çiçek kokusuyla kaplanır. Festivali bile var "Nisanda Adana'da Portakal Çiçeği Festivali" .

Caddelerde, sokaklarda yol boyunca turunç ağaçları boy gösterir. Turunç çiçekleri açtığı zaman sebepli sebepsiz sokağa çıkmak istersiniz. Mis gibi kokuyu içinize çekerek her zamankinden daha fazla yürür, koklamaya doyamazsınız. İki üç hafta süren bu şölenin ardından çiçeklerin taç yaprakları dökülür. Minyatür meyveler belirir yaprakların arasında. Sonra zaman akıp gider, minik meyveler büyür gelişir. Bir gün bakarsınız ki yeşil yaprakların arasında turuncu turuncu gülümsüyor meyveler...

1.
BÖLÜM

ANAHTAR KAVRAMLAR

FOTOPERİYODİZM

NASTİ

OKSİN

TROPİZMA

UÇ MERİSTEM

YANAL MERİSTEM

YAŞ HALKALARI

HAZIRLIK SORULARI

1. Yeni bulunan bir tür organizmanın bitki olduğuna karar vermek için hangi ölçütleri kullanırsınız?

2. Farklı bitkilerin yapraklarına bakarak bitkinin yaşadığı ortam koşulları hakkında bilgi sahibi olabilir miyiz?

3. Gıda olarak tüketilen birçok bitki türü bulunmaktadır. Günlük hayatta gıda olarak tüketilen bitki kısımlarından hangileri bitkinin kökü, hangileri gövdesi, hangileri yaprağıdır?



3.1. BİTKİLERİN YAPISI

Bitki deyince aklınıza neler geliyor?

Saksıda bir çiçek mi? Menekşe, gül, sümbül, kırlarda açmış bir papatya mı? Ihlamur ağacı, dalında bir elma, yemyeşil bir orman mı? Bir manav ya da renkli bir pazar yeri mi?

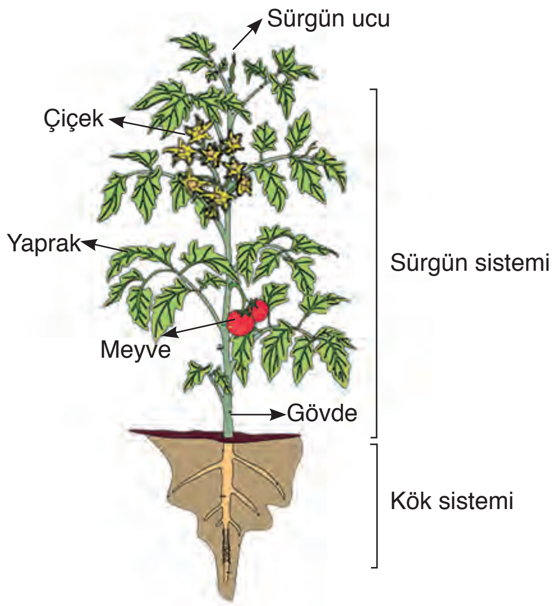
Bitkiler, ekosistemlerin temel yaşam kaynağıdır. Binlerce bitki türü; yiyecek, içecek, ilaç, baharat, yağ, yakacak, lif, boya gibi gereksinimler için kullanılır. Ülkemizin her bölgesinde binlerce bitki türü yetişir. Bu bitkilerin yaprak, kök, çiçek, meyve ve tohumlarından çeşitli yemekler yapılır ve çoğu kere yapılan bu yemekler komşularla paylaşılır.

Ülkemiz, tarihi ve kültürel zenginliğinin yanı sıra dünya üzerinde biyolojik çeşitlilik açısından oldukça önemli bir konuma sahiptir. Yeryüzünde yaklaşık 260 bin kadar çiçekli bitki türü bulunmaktadır. Ülkemiz sınırları içinde ortalama 12 bin kadar çiçekli bitki türü mevcuttur. Bu bitki çeşitlerinden yaklaşık 3800'ü dünyada sadece ülkemizde yetişen endemik türdür. Kıyaslamak gerekirse tüm Avrupa'nın çiçekli bitki varlığı, 12 bin kadardır.

Bitki zengini bir ülkede yaşayan siz gençler bu bölümde; çiçekli bir bitkinin temel kısımlarını, yapı ve görevlerini, bitkilerde madde taşınmasını, bitkilerde üreme ve gelişme gibi olayların nasıl gerçekleştiğini öğreneceksiniz.

3.1.1. ÇİÇEKLİ BİR BİTKİNİN TEMEL KISIMLARININ YAPISI VE GÖREVLERİ

Karasal ortama uyum sağlamış bitkilerde toprak üstü ve toprak altı olmak üzere iki organ sistemi bulunur. Toprak üstü organ sistemine **sürgün sistemi,** toprak altı organ sistemine **kök sistemi** denir (Görsel 3.1).



Görsel 3.1: Bitkinin temel kısımları

Kök sistemi; bitkiyi toprağa bağlar, bitkinin topraktan su ve mineral almasını sağlar. Kökler fotosentez yapamaz. Havuç, turp ve kereviz gibi besin depolayabilen bitkilerin köklerinde, sürgün sisteminde fotosentezle üretilen organik besinler depolanır. Kurak bölgelerde yetişen bitkilerin kökleri, su ve mineral alımını gerçekleştirmek için oldukça iyi gelişmiştir.

Sürgün sistemi; toprak yüzeyinde kalan gövde, dal, yaprak, çiçek ve meyveden oluşur. Dallar üzerinde bulunan tomurcuklar; farklılaşarak yeni dalları, yaprakları ve çiçekleri oluşturur. Sürgün sisteminde fotosentezin gerçekleştiği yapılar yer alır.

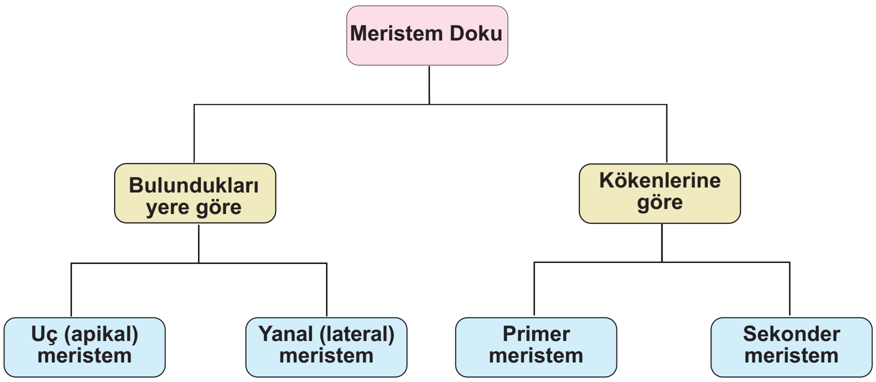
Bitkisel Dokular

Çok hücreli canlılarda belirli bir görevi yapmak üzere farklılaşmış hücrelerin oluşturduğu topluluklara **doku** denir. Bitki yapısını oluşturan dokuların bir kısmı büyüme ve gelişmede rol oynar. Bir kısmı da fotosentez, madde taşınması, maddelerin depolanması gibi fizyolojik işlevleri gerçekleştirir.

Bitkilerde yer alan dokular; üstlendikleri görevlere göre meristem, temel, iletim ve örtü doku olmak üzere dört gruba ayrılır.

1. Meristem Doku

Meristem doku; bitkilerde kök, gövde ve dalların uç kısmındaki büyüme bölgelerinde bulunur. Sürekli bölünebilme yeteneğine sahip farklılaşmamış hücrelerden oluşur. Meristem hücreleri; canlı, bol sitoplazmalı ve büyük çekirdekli, ince çeperlidir. Bu hücrelerin metabolizmaları hızlıdır. Hücreleri arasında boşluk bulundurmaz. Koful bulundurmayan ya da küçük kofullara sahip olan hücrelerdir. Meristem hücrelerinin en önemli özellikleri, canlı oldukları sürece mitozla yeni hücreler meydana getirebilmeleridir. Meristem hücrelerinin bölünmesiyle meydana gelen yeni hücreler, farklılaşarak çeşitli dokuları, dokular da bir araya gelerek organları meydana getirir. Böylece bitki büyür ve gelişir. Meristem doku, bitkilerde enine kalınlaşmayı ve boyca uzamayı sağlar. Sekoya ve ginko gibi yüzyıldan fazla süre yaşayabilen ağaçlarda da meristem doku bulunur ve büyüme devam eder. Bu nedenle meristem doku, **bölünür doku** ya da **sürgen doku** adını alır. Meristem doku, bulunduğu yere ve kökenine göre sınıflandırılır (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Meristem doku çeşitleri

Meristemler kökenlerine göre **primer (birincil)** ve **sekonder (ikincil) meristem** olmak üzere ikiye ayrılır.

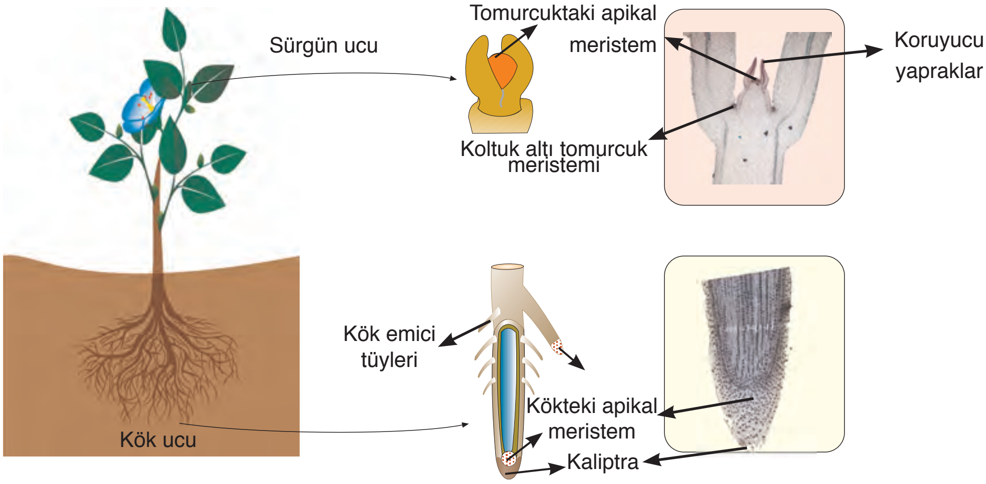
a) Birincil (Primer) Meristem Doku

Birincil meristem doku, **uç (apikal) meristemi** olarak da adlandırılır. Bitkinin kök, gövde ve dallarının ucunda bulunur. Bitkinin boyca uzamasını sağlar (primer büyüme). Uç meristem, embriyonik dönemden itibaren bitki canlı kaldıkça sürekli olarak bölünme özelliğini korur. Uç meristeminin bulunduğu bölgelerde uzama ve büyüme olayları gerçekleştiği için bu bölgeler **büyüme noktası** olarak adlandırılır. Birincil meristem doku hücrelerinin bölünmesi ile uzayan dallar, bitkinin ışıktan daha fazla yararlanmasını sağlar. Atmosferden karbondioksit alınmasını kolaylaştırır. Uzayan kökleri de toprak içinde yayılarak daha fazla su ve madensel tuz alınmasını sağlar. Hem tek hem de çok yıllık bitkilerin tümünde bulunur.

Uç meristem; kökte **kaliptra (yüksük)** adı verilen yapı, gövdede ise **koruyucu yapraklar** tarafından korunur (Görsel 3.3). Kaliptra, kök toprak derinliklerine doğru uzarken toprağın sert kısımlarına karşı kökün uzamasını sağlayan meristemi korur. Ayrıca çıkardığı salgılarla toprağı yumuşatarak kökün daha kolay uzamasını sağlar. Kaliptra zedelendiğinde meristem doku, kaliptrayı onarır.

EK BİLGİ

Kök yüksüğü, çok narin olan meristemi fiziksel olarak korur. Kök yüksüğü, yer çekimini algılayarak kökün yer çekimiyle aynı doğrultuda büyümesini sağlar.



Görsel 3.3: Bitkilerde kök ve gövde ucunda bulunan birincil meristemler

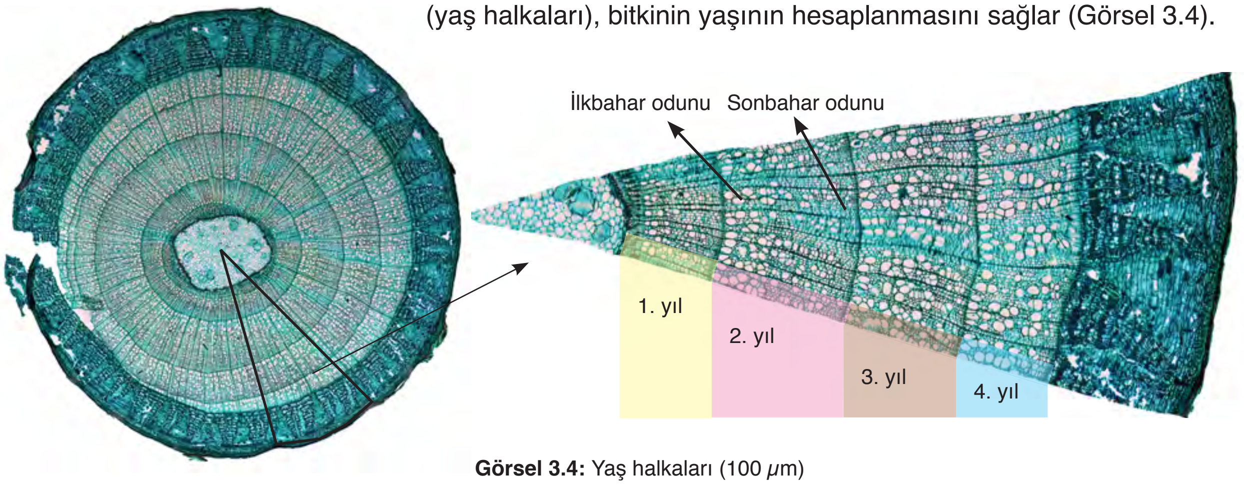
b) İkincil (Sekonder) Meristem Doku

Bölünme yeteneğini kaybetmiş bazı hücrelerin hormonların etkisiyle sonradan bölünme özelliği kazanması ile oluşan dokudur. **Kambiyum (damar kambiyumu = vasküler kambiyumu)** ve **mantar kambiyumu** olmak üzere iki çeşidi vardır. Çift çenekli bitkiler ve çam gibi açık tohumlu bitkilerde bulunur. Bitkilerin gövde ve köklerinde enine kalınlaşmaya (sekonder büyüme) en önemli katkıyı lateral (yanal) meristemler sağlar.

Kambiyum (damar kambiyumu = vasküler kambiyum)

Odunsu ve bazı otsu bitkilerin kök ve gövdelerinde madde iletiminden sorumlu yapıların oluşmasını sağlar. Bu sayede enine büyüme (kalınlaşma) gerçekleşir.

Yaş halkalarını oluşturur. Ilıman bölgelerdeki çok yıllık odunsu bitkilerde enine büyüme; ilkbaharda başlar, yaz boyunca devam eder ve sonbaharda oldukça yavaşlar. Büyüme sırasında ilkbaharda büyük ve ince çeperli hücreler (açık renkli), sonbaharda küçük ve kalın çeperli hücreler (koyu renkli) oluşur. Üst üste yığılan bu tabakalar, enine kesitte iç içe halkalar şeklinde görülür. Sonbahar halkası, koyu renkli; ilkbahar halkası ise açık renkli görünür. Bu yüzden bir açık ve bir koyu renkli halka, bitki için bir yıl anlamına gelir. Her yıl tekrarlanan bu halkalar (yaş halkaları), bitkinin yaşının hesaplanmasını sağlar (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: Yaş halkaları (100 μm)

Ağaçtaki yıllık halka genişliği, o yıl yaşanan iklim koşullarıyla doğrudan ilişkilidir. İklim koşulları, ağacın büyümesi için optimumsa ağaçtaki yaş halkası geniş; iklim koşulları, ağacın büyümesi için uygun değilse yaş halkaları dar olmaktadır. Tek çenekli bitkilerde ve yapraklarda kambiyum bulunmaz.

Mantar Kambiyumu

Enine büyüme sırasında odunsu gövdelerin en dıştaki koruyucu tabakasının hücreleri, gerilmeye dayanamaz ve parçalanır. Mantar kambiyumu, koruyucu doku (epidermis) kaybı sonrası odunsu bitkilerde gövdeyi ve kökü dışarıdan kuşatan mantar dokuyu oluşturur. Bitkide enine kalınlaşma gerçekleştikçe mantar dokunun en dışındaki hücre sıraları, mantar kambiyumu tarafından sürekli yenilenir. Bu durum enine kalınlaşmayı sağlar. Mantar doku hücreleri, canlılığını kaybetmiştir. Mantar doku hücrelerinin çeperlerinde yoğun şekilde süberin birikir. Ayrıca çeperlerde lignin birikimi de görülür. Bu doku, büyük ölçüde suya geçirimsizdir ve su kaybını engeller.

2. Temel Doku

Bitkinin hemen her organında bulunan temel doku, çok farklı görevleri yerine getirebilir. Bu nedenle temel dokuda birbirinden farklı özelliklere sahip parankima, kollenkima ve sklerenkima hücreleri bulunur.

a) Parankima

Bitkinin temel dokusunu oluşturan hücrelerdir. Bitkinin tüm kısımlarında bulunur ve dokuların arasını doldurur. Meristem hücrelerinin farklılaşmasıyla oluşur. İşlev yapan hücreleri; canlı, ince ve esnek çeperli, bol sitoplazmalı ve küçük kofulludur (Görsel 3.5).



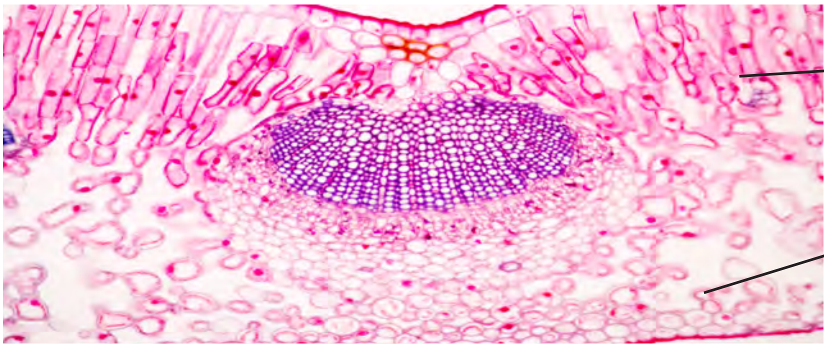
Görsel 3.5: Mısır (*Zea mays*) bitki kökünde parankima hücreleri (1000 μm)

Parankima; fotosentez, solunum ve depolama gibi çok önemli metabolik işlevleri gerçekleştirir. Dokuların onarılmasını sağlar. Farklılaşması en az düzeyde olan parankima hücrelerinden uygun koşullarda bütün bir bitki oluşturmak mümkündür. Parankima ihtiyaç hâlinde hormonların etkisiyle yeniden bölünme özelliği kazanarak sekonder meristeme dönüşebilir. Parankima hücreleri, bulundukları organın morfolojik ve fizyolojik işlevlerine göre değişik şekillerde olabilir.

Özümleme (asimilasyon) parankiması, yaprak yapısında alt ve üst epidermis arasındaki bölge olan **mezofil tabakası**nda bulunur. Bu tabakada bulunan **palizat** ve **sünger parankiması** hücreleri, kloroplast taşır ve fotosentez yapar. Karbondioksit özümlemesi yaparak organik besin üretir. Palizat parankiması hücreleri, şekil olarak silindiri andırır. Yan yana düzenli dizilmiş hücrelerdir. Bol kloroplastlıdır. Sünger parankimasını oluşturan hücreler ise düzensiz dizilim gösterir. Sünger parankimasını oluşturan hücreler, palizat parankimasına göre daha az kloroplastlıdır ve hücreler arası boşlukları daha fazladır (Görsel 3.6).

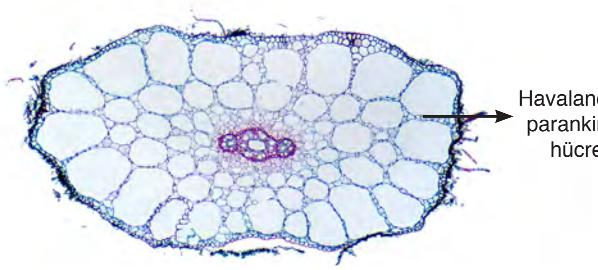
EK BİLGİ

Ağaç kabuklarında bulunan parankima hücreleri, zamanla canlılıklarını kaybeder. Ayrıca odun borusu ve bitkinin öz bölgesinde bulunan parankimada bazı ölü parankima hücrelerine rastlanır.

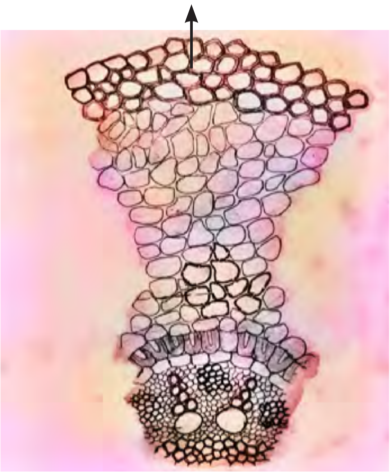


Görsel 3.6: Yasemin bitkisinin yaprak enine kesitinde özümleme parankiması (1000 μm)

Depo parankiması hücreleri, gövde ve köklerde besin (nişasta, protein ve yağ) ve su depo eder. Pek çok meyvenin etsi dokuları da besin ve su depolayan parankima hücrelerinden oluşur. Örneğin zeytinde yağ, patateste nişasta depolayan parankima bulunur. Depo parankiması hücreleri, kaktüs gibi bitkilerde gövdede su depolanmasını da sağlar. **İletim parankiması**, iletim demetlerinin etrafında sıralanan parankima hücrelerinden oluşur. İletim demetleri ile bitkinin diğer dokuları arasında gerçekleşen su ve besin alışverişine aracılık eder. Hücrelerinde kloroplast bulunmaz. **Havalandırma parankiması**, çoğu bataklık ve su bitkilerinin kök ve gövdelerinde hava depo eden parankima hücrelerinden oluşur (Görsel 3.7). Bu hücreler, havanın yetersiz olduğu ortamlarda bitkinin gaz alışverişi yapmasına yardımcı olur.



Görsel 3.7: *Elodea canadensis* (Elodea kanadensis) bitkisinde havalandırma parankiması (100 μm)

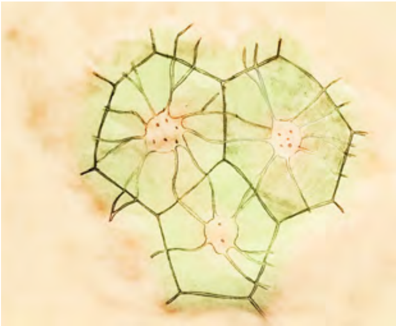


Görsel 3.8: Süsen bitkisinin kök enine kesitinde levha kollenkiması (100 μm)

b) Kollenkima

Bitkide uzaması devam eden ve gelişen çiçek sapı, yaprak sapı, genç gövde ve sürgünlerin genç kısımlarında bulunur ve bu kısımlara mekanik desteklik sağlar. Her organda bulunmaz. Çeperleri eşit kalınlaşma göstermese de parankima hücrelerinin çeperlerine göre daha kalındır. Genç gövdeler, çoğunlukla epidermisin altında iğ şeklinde sıralanmış kollenkima hücrelerine sahiptir. İşlev yapan hücreleri canlıdır. Kollenkima hücrelerinin çeperlerinde selüloza ek olarak pektin birikimine bağlı, düzensiz kalınlaşmalar ortaya çıkar. Çeperdeki kalınlaşmamış bölgeler sayesinde bulunduğu bitki kısmı esneyebilir, bükülebilir ve uzayabilir. Kalınlaşmalar, hücre çeperinin sadece köşe bölgelerinde oluşursa **köşe kollenkiması**; kalınlaşmalar karşılıklı çeper bölgelerinde oluşursa **levha kollenkiması** adını alır (Görsel 3.8). Birçok bitki türünün sapı kesildiğinde karşılaştığımız ipliksi yapılar, çoğunlukla kollenkima hücrelerinden oluşur.

c) Sklerenkima

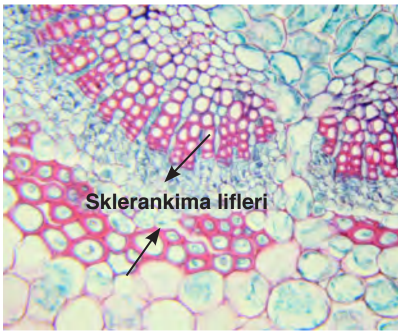


Görsel 3.9: Mum çiçeğinin gövde enine kesitinde taş hücreleri (100 μm)

Bitkide uzamanın durduğu bölgelerde destek elemanı olarak iş görür. Kollenkima hücrelerine göre çok daha serttir. Sklerenkima hücreleri, ilk oluştuklarında canlıdır. Daha sonra hücrelerin çeperlerinde selüloza ek olarak bol miktarda lignin birikimi olur. Bu nedenle işlev yapan sklerankima hücreleri cansızdır. Uzama, bükülme ve esneme yetenekleri yoktur. Her organda bulunmaz. Kalınlaşmış çeperler, yüz yıllarca bitkiye desteklik sağlayabilir. Dokuya destek vermek ve güçlendirmek için özelleşmiştir.

Lifler ve sklereitler (taş hücreleri), sklerenkima hücrelerinin farklılaşmış biçimi olduklarından ligninleşmiş kalın çeperlere sahiptir. Sklerenkima dokusu, hücrelerin şekillerine göre lifler ve taş hücreleri olmak üzere ikiye ayrılır.

Taş hücreleri fındık, ceviz, badem gibi tohumların kabuklarında; şeftali, kayısı, erik gibi meyvelerin çekirdeklerinde; ayva, armut gibi meyvelerin kumsu özelliklere sahip etli kısımlarında bulunur. Ayva, armut ve mum çiçeği gibi meyvelerde görülen taş hücreleri, köşeli veya yıldız şeklindedir (Görsel 3.9).

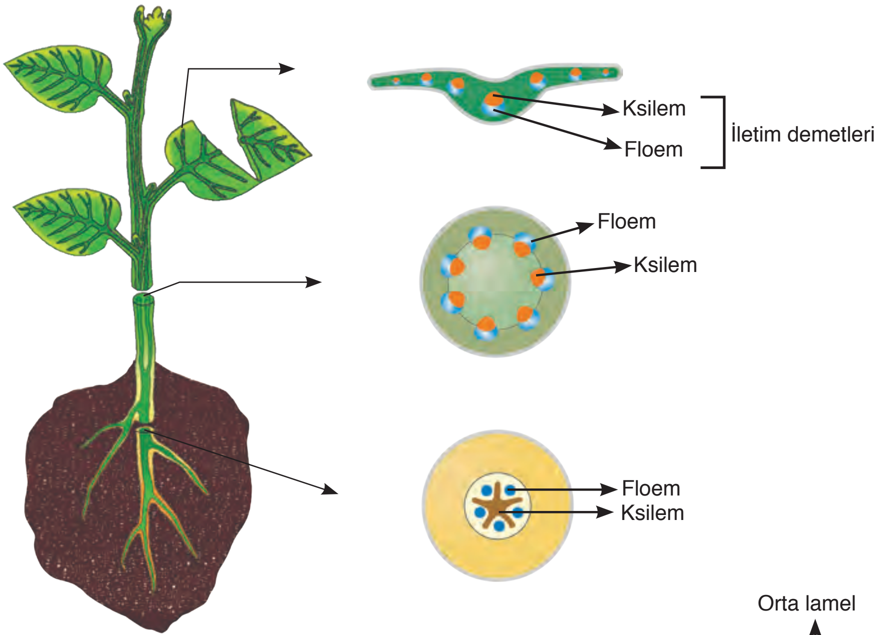


Görsel 3.10: Yasemin bitkisinin kök enine kesitinde sklerenkima lifleri (1000 μm)

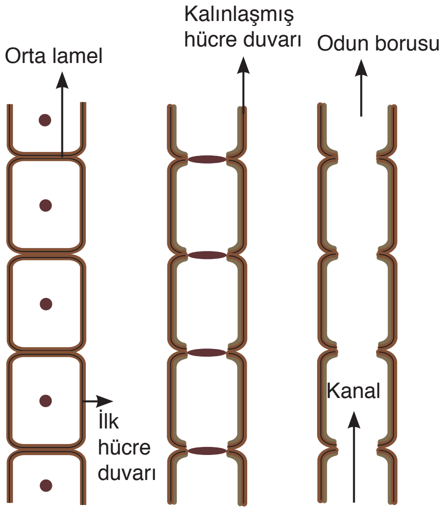
Sarımsak, keten, kenevir gibi bitkilerde bulunan uzun **sklerenkima lifleri**; dayanıklı ve gerilmeye karşı dirençlidir. Bu lifler, demetler hâlinde bulunur ve bitkiye destek sağlar (Görsel 3.10). Ketenden elde edilen lifler işlenerek elbise yapımında, kenevir lifleri ise halat yapımında kullanılır.

3. İletim Doku

Bitkilerde organik ve inorganik maddelerin taşınmasını gerçekleştiren dokudur. Bitkinin yapraklarında fotosentez sonucu oluşan organik besin maddelerinin yapraklardan köklere ve kökler tarafından alınan su ile madensel tuzların ise toprak üstü organlara ve yapraklara doğru taşınmasını iletim doku gerçekleştirir. İletim doku, ksilem ve floem olmak üzere iki kısımdan oluşur. Ksilem ve floem dokuları bitkilerde genellikle birlikte bulunur ve iletim demetini meydana getirir (Görsel 3.11).



Görsel 3.11: Bitkinin kök, gövde ve yapraklarında iletim dokunun şematik gösterimi

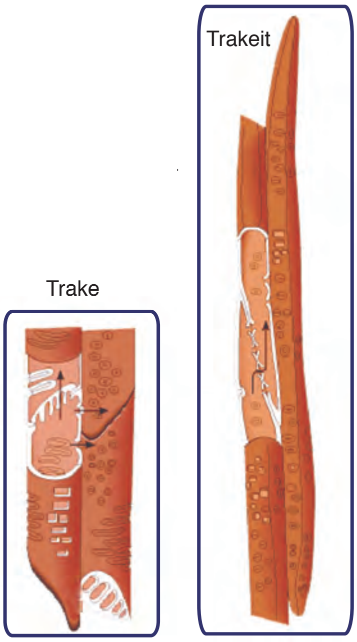


Görsel 3.12: Ksilem oluşumunun şematik gösterimi

Ksilem

Ksilem; ksilem sklerenkiması (sklerenkima lifleri), ksilem parankiması, trakeit ve trake borularından oluşan dokudur. Ksilem, bitkilerin kökleri aracılığıyla topraktan aldıkları su ve suda çözünen mineralleri toprak üstündeki gövde ve yaprak gibi organlara taşır. Ksilemde kökten yapraklara doğru tek yönlü iletim vardır. Trake ve trakeit, başlangıçta üst üste dizilmiş canlı meristem hücrelerdir. Bu canlı hücreler, bir dizi değişime uğrar. Hücreler zamanla çekirdek ve sitoplazmalarını kaybeder. Bunun sonucunda hücreler canlılıklarını yitirir. Üst üste dizilmiş hücrelerin boyuna çeperleri, lignin birikimiyle giderek kalınlaşır. Hücrelerin birbirine bakan enine çeperleri ise tamamen erimiştir. Bu değişimler, üst üste dizilmiş hücrelerin içinde madde iletimi için uygun olan içi boş odun borularını meydana getirir (Görsel 3.12). Boru şeklini alan bu hücreler, demetler hâlinde bir araya geldiklerinde odun demetlerini oluşturur. Sert ve ligninleşmiş odun demetleri, aynı zamanda gövdeye mekanik destek sağlar.

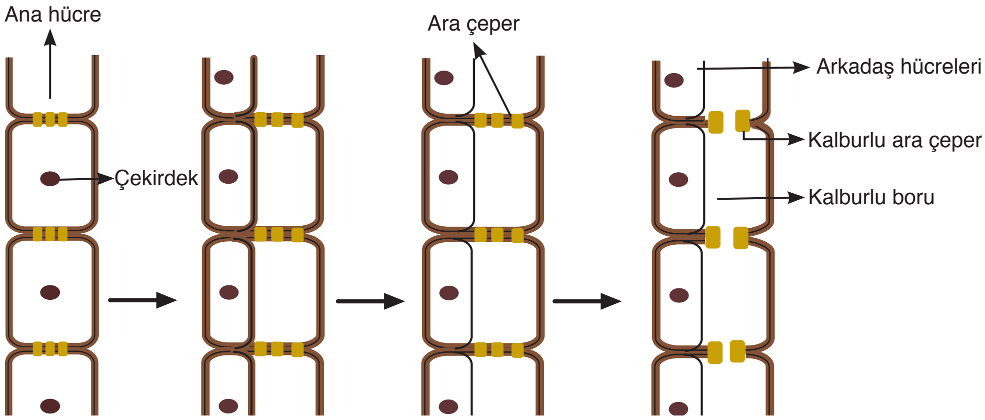
Ksilemde madde iletimi gerçekleşirken enerji harcanmaz. Suyun canlı hücrelerin zarından taşınması düşünüldüğünde ksilemden su taşınmasının oldukça hızlı olduğu görülür. Ksilemde uzun mesafeli su taşınımında görevli borular, trake ve trakeitlerdir. Trake ve trakeitler, ölü hücrelerden oluşur. Bu nedenle işlevsel olarak su ileten bu hücrelerin zarları ve organelleri yoktur. Trake ve trakeitleri, ligninleşmiş kalın çeperleriyle içinden su akabilen boş tüpler oluşturur. **Trakeitler**; uzun, ince, uçları kapalı üst üste dizilmiş hücrelerdir. Su, trakeitlerin çeperlerinde bulunan çok sayıda geçit aracılığıyla bir trakeitten diğerine akar. **Trakeler**, genellikle trakeitlerden daha kısa ve geniş olup delikli çeperlere sahiptir (Görsel 3.13). Trakelerin çeperlerinde de geçitler bulunur. Trakeler, üst üste gelerek **damar** adını alan daha büyük birimleri meydana getirir.



Görsel 3.13: Ksilemde taşımadan sorumlu trake ve trakeit boruları (100 μm)

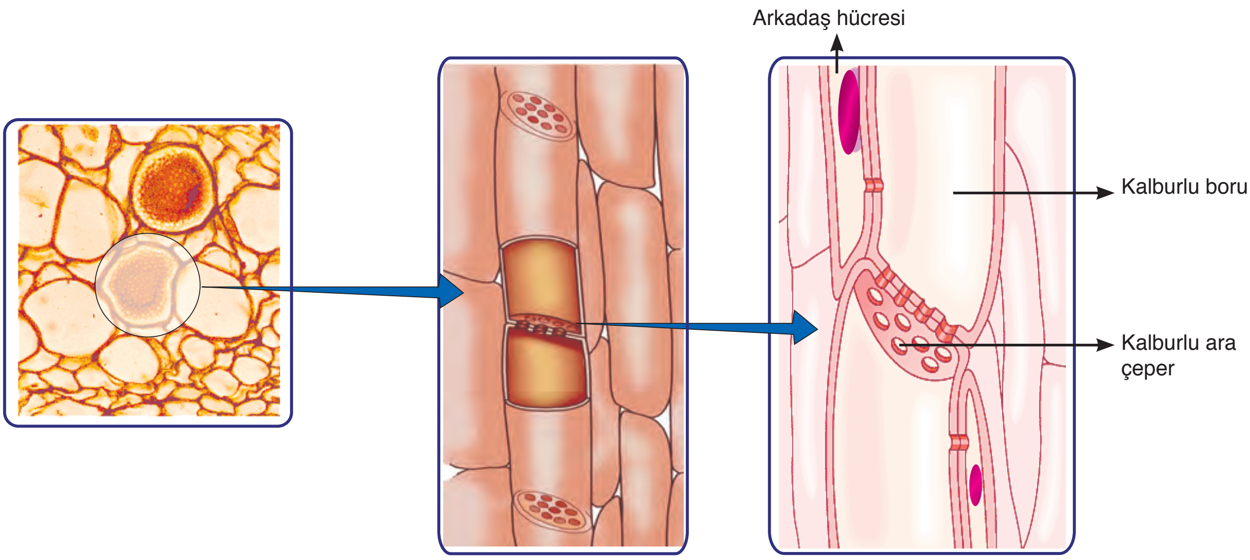
Floem

Floem; floem sklerankiması, floem parankima hücreleri, kalburlu borular ve arkadaş hücrelerinden oluşan dokudur. Yapraklarda üretilen fotosentez ürünlerinin köklere, kökteki azotlu organik maddelerin de yapraklara ve bitkinin diğer kısımlarına taşınmasını sağlar. Üst üste dizili kalburlu hücrelerin birbirine bakan komşu çeperleri, yer yer eriyerek delikli bir hal alır. Oluşan bu yapıya **kalbur plağı** adı verilir. Kalburlu hücrelerin üst üste dizilmesiyle oluşan boru şeklindeki yapıya **kalburlu boru** adı verilir. Kalburlu boru hücrelerinin çeperlerinde lignin birikimi olmaz. Bu hücrelerin yanında bol sitoplazmalı ve çekirdeğe sahip arkadaş hücreleri bulunur (Görsel 3.14).



Görsel 3.14: Floem oluşumunun şematik gösterimi

Kalburlu borular, canlıdır ancak çekirdeklerini kaybettikleri için metabolik faaliyetlerini uzun süre devam ettiremez. Bu durumda metabolik faaliyetleri devralacak ve fotosentez ürünlerinin özümleme parankiması hücrelerinden kalburlu hücrelere, kalburlu hücrelerden de fotosentez yapamayan hücrelere geçişini kolaylaştıracak özelleşmiş parankima hücrelerine ihtiyaç duyulur. Bu hücrelere **arkadaş hücreleri** adı verilir (Görsel 3.15).



Görsel 3.15: Kalburlu borular ve arkadaş hücreleri (100 μm)

Arkadaş hücreleri; çok sayıda mitokondri, endoplazmik retikulum ve ribozom bulunduran çekirdekli hücrelerdir. Arkadaş hücreleri ile kalburlu borular arasında madde geçişine uygun bağlantılar bulunur. Bu sebeple organik madde taşınımında önemli role sahiptir. Kalburlu boru hücrelerinde madde taşınması çift yönlüdür. Kalburlu borulardaki taşıma, ksilemdeki madde taşınmasına göre daha yavaş gerçekleşir.

4. Örtü Doku

Kök, gövde, yaprak ve meyvelerin üzerini örten dokudur. Bitkinin su kaybını azaltan, organizmaların ve toksik maddelerin bitki vücuduna girişini sınırlandıran dokudur. Örtü doku, bitkinin hızlı hava hareketlerinden zarar görmesini de engeller.

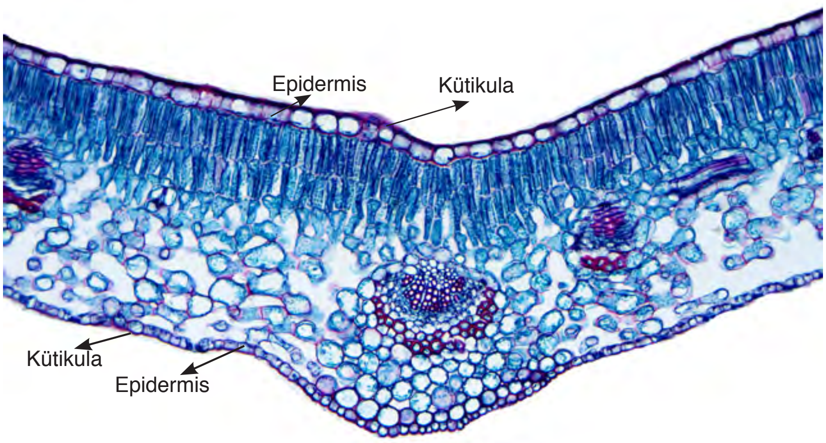
Koruyucu dokuyu oluşturan hücre ve yapılar, koruma faaliyetlerini yerine getirirken metabolik olaylarda kullanılan oksijen ve karbondioksitin bitkiye giriş çıkışına izin verir. Örtü dokuyu oluşturan hücreler; canlı ise **epidermis**, ölü ise **periderm** adını alır.

Epidermis

Sıkıca paketlenmiş, hücreler arası boşlukları olmayan tek sıra hücre tabakasından oluşur. Otsu bitkilerin yüzeyini, odunsu bitkilerin de yaprak ve genç dallarının üstünü örter. Hücreleri; canlı, büyük kofullu, az sitoplazmalı ve kloroplastsızdır.

Epidermiste su kaybını sınırlamak için yüzeydeki stoma (gözenek) dışında bir açıklık bulunmaz. Epidermisin dış çeperleri iç çeperlerinden daha kalındır. Epidermis hücrelerinin dış çevreye bakan özelleşmiş çeperlerinde bu hücrelerin salgısından oluşan mumsu **kütikula tabakası** bulunur (Görsel 3.16).

Kütikula tabakasının suya geçirgenliği çok azdır. Bu tabaka ayrıca ışığı yansıtmakta önemli bir role sahiptir. Böylece yaprakların aşırı ısınmasını önler. Bitkilerin yaşadığı ortamın iklim koşullarına göre kalınlığı değişkenlik gösterir. Bu nedenle kurak ortam bitkilerinde kütikula tabakası kalın, nemli ortam bitkilerinde ise incedir. Toprak altındaki kök epidermisinin yüzeyinde kütikula bulunmaz.



Görsel 3.16: Yasemin bitkisinin, yaprak enine kesitinde epidermis hücreleri (1000 μm)

ARAŞTIRMA

Epidermis hücreleri kloroplast taşıyan bitki çeşitleri var mıdır?

Kütikula örtüsünü oluşturan maddeler neler olabilir? Araştırınız.

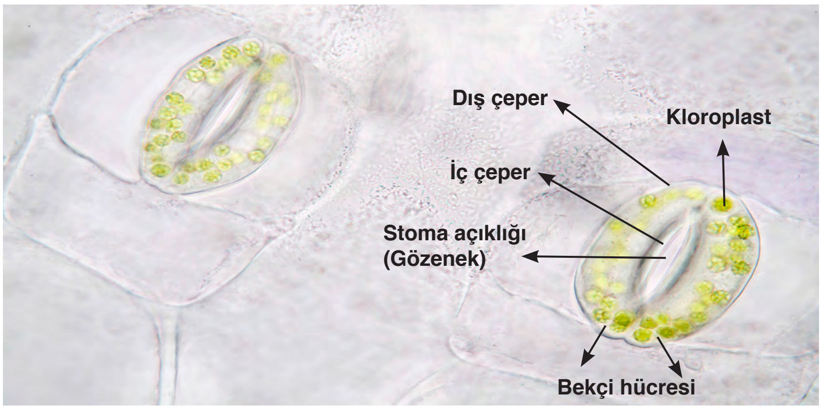
Epidermis hücrelerinin farklılaşmasıyla stoma, tüy, emergensler (diken), hidatot gibi yapılar oluşur.

EK BİLGİ

Stomalardan su buharı atıldığından mineral ve tuz atılamaz. Hidatodlardan su ile birlikte mineral ve tuz da atılır.

Stoma (Gözenek)

Bitkinin yapraklarında ve genç bitki gövdelerinde epidermisin farklılaşmasıyla oluşan canlı hücrelerdir. Genellikle yaprakların alt epidermisinde yoğun olarak bulunur. Stoma, stoma açıklığı ve onu kuşatan **bekçi hücrelerinden** meydana gelir. Bekçi hücrelerinin çevresindeki epidermis hücreleri de **komşu hücreler** adını alır. Çoğu bitkide stomalar; gündüz açık, gece kapalıdır. Stomalar açık olduğunda CO_2'nin yaprağa girmesine O_2'nin yapraktan dışarı çıkmasına izin vererek fotosentez sırasında gaz alışverişini sağlar. Ayrıca stoma, terlemeyle su kaybına neden olarak ısı düzenlenmesini sağlar. Stomayı oluşturan bekçi hücreleri, genellikle böbrek şeklindedir. Hücrelerin birbirine bakan çeper bölgeleri de diğer bölgelerden daha kalındır (Görsel 3.17). Bekçi hücreleri, kloroplast içerir ve fotosentez yapar.



Görsel 3.17: Stoma (Gözenek) (100 μm)

Kurak ortam bitkilerinde stomalar az sayıda ve genellikle yaprağın alt yüzeyinde bulunur. Nemli ortam bitkilerinde stomalar; çok sayıda ve yaprağın her iki yüzeyinde, su bitkilerinde ise stomalar yaprağın üst yüzeyinde bulunur. Su bitkilerinin su içinde kalan kısımlarında stoma bulunmaz. Toprak altı organlarda bulunan kök epidermisinde de stoma bulunmaz.

Tüyler

Tüyler, epidermis hücrelerinden dışarıya doğru uzanan çıkıntılar şeklindedir. Tüy hücreleri, epidermis hücreleri gibi kloroplastsızdır. Çeşitli bitkilerde farklı görevleri olan tüylere rastlanır. Epidermiste yer alan tüyler; yaprakta örtü, kökte emici, sarmaşık gövdesinde tutunma, ısırgan otu yaprağında savunma ve nane gibi bitkilerde ise koku salgılama gibi çeşitli görevleri yerine getirir. Bazı tüyler, aromatik kimyasallar salgılar. Genellikle çiçeklerde bulunan bu salgılar, tozlaşmaya yardımcı olur.

Yapraktaki örtü tüyleri, stomaları doğrudan rüzgâr almaktan korur ve epidermisin yüzeyindeki terlemeyi azaltır. Tüyler, oluşan su buharını tutarak kuru ve rüzgârlı havalarda bitkinin buharlaşma yoluyla su kaybını önler.

Yoğun tüy tabakası, ışığı yansıtır ve yaprağın aşırı ısınmasını önler (Görsel 3.18). Böcek saldırılarını azalttığı da düşünülmektedir. Kökteki emici tüyler, topraktaki su ve suda çözünmüş minerallerin emilimini gerçekleştirir (Görsel 3.19).



Görsel 3.18: Örtü tüyü (100 μm)

Hidatot (Su Savağı)

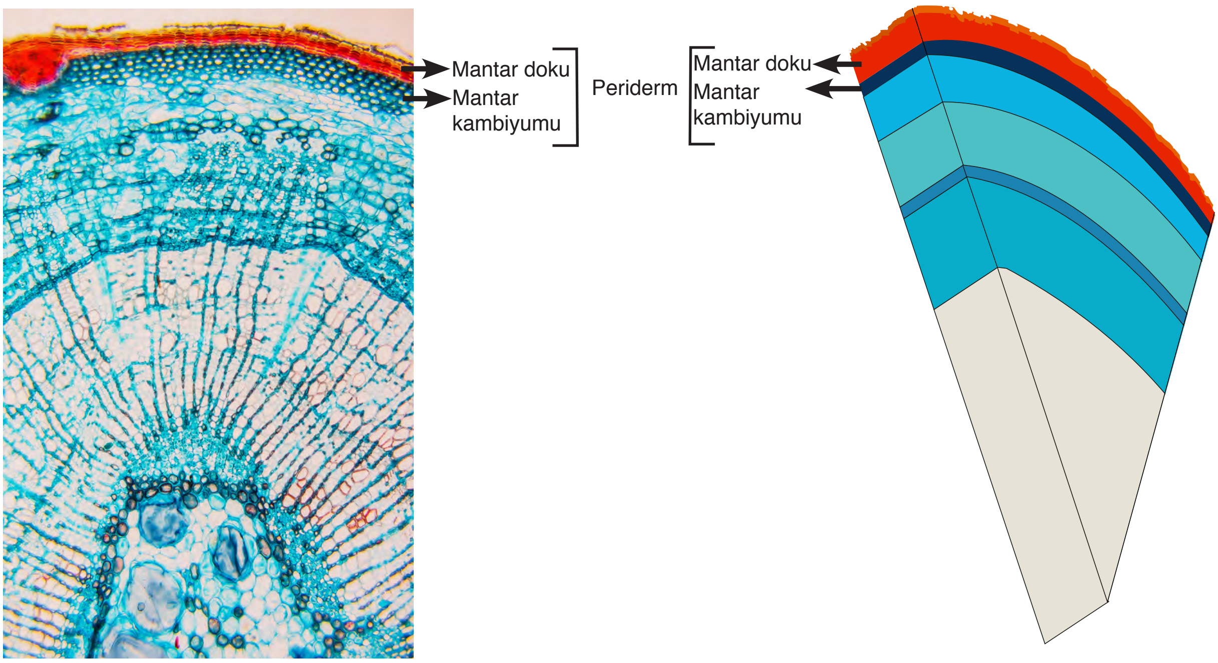
Epidermisten farklılaşan diğer bir yapı olan hidatotlar, yaprak uçlarında ve kenarlarında bulunan açıklıklardır. Atmosfer neminin fazla ve terleme hızının düşük olduğu zamanlarda bitkideki fazla suyun damlalar hâlinde atılmasını sağlar. Hidatotların açılıp kapanma özelliği yoktur. Hidatotlar, ksilem borularıyla bağlantılıdır. Ksilem boruları ile yapraklara taşınan su, terleme ile kaybedilen sudan fazla ise hidatotlar fazla suyu damlama olayı (gutasyon) ile dışarı atar.



Görsel 3.19: Kök emici tüyleri

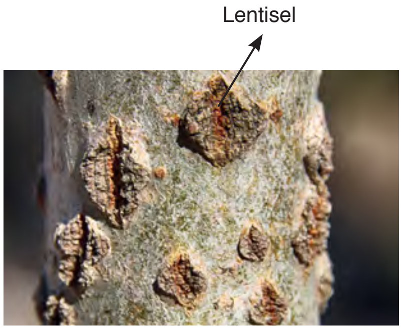
b) Periderm (Mantar Doku)

Odunsu bitkilerde kök ve gövdenin üzerini örten epidermis, enine kalınlaşma nedeniyle parçalandığında yerini periderme bırakır. Periderm hücreleri, kök ve gövdeyi dıştan sararak içteki dokuları koruyan bir yapı hâlini alır (Görsel 3.20). Peridermin dışa bakan kısmında mantar kambiyumunun oluşturduğu mantar doku bulunur. Mantar tabaka oluşurken periderm hücreleri, canlılığını kaybeder.



Görsel 3.20: Periderm (1000 μm)

Mantar doku hücrelerinin çeperlerinde süberin (mantar özü) biriktiğinden bu doku, suya geçirimsiz bir tabaka hâline gelir ve bitkinin su kaybını önler. Periderm; bitkiyi sıcak, soğuk ve mekanik etkilerden korur. Periderm üzerinde **lentisel** (kovucuk) denilen açıklıklar bulunur. Lentiseller, gövde yüzeyinde ince yarıklar veya kabartılar şeklinde bulunur (Görsel 3.21). Gövde ve dallarda bulunan lentiseller, dış atmosferde ve bitkinin canlı iç dokuları arasında gaz alışverişini sağlar. Az da olsa buhar hâlinde su kaybına neden olur.



Görsel 3.21: Lentisel

Bitkisel Organlar

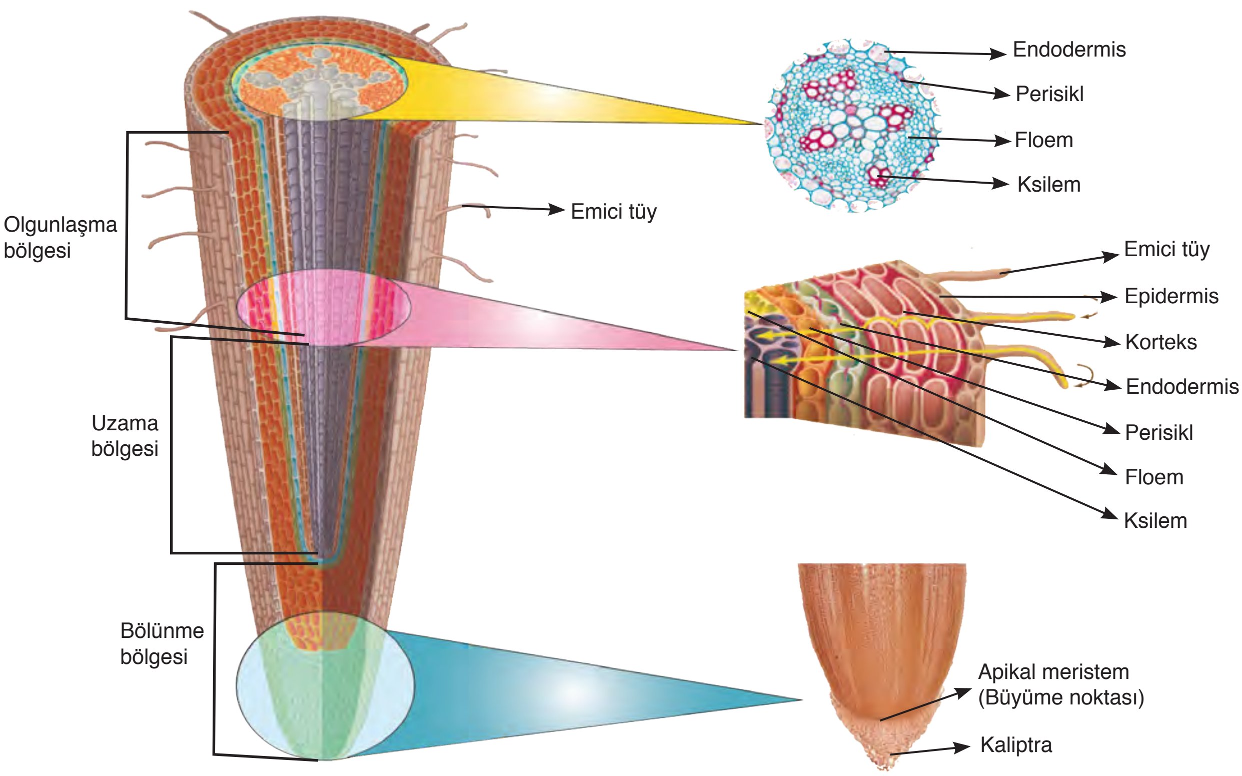
Kök

Kök; kara hayatına uyum sağlamış bitkilerde, gövdenin ters yönünde, yer çekimi doğrultusunda toprak içine doğru büyüyen bitki organıdır. Bitkiyi toprağa bağlar ve topraktan bitkinin ihtiyacı olan su ve minerallerin alınmasını sağlar. Kloroplast taşımadığı için yeşil renkli değildir.

Kök ucunda kaliptranın üst tarafında kesin sınırlarla ayrılmayan üç bölge bulunur. Büyüme bölgesinde uç meristem hücreleri bulunur. Bu hücrelerin sürekli bölünmesi, kökün hızla uzamasını sağlar. Uzama bölgesinde bulunan hücrelerin boyları kendi uzunluklarının on katı kadar uzayabilir. Uzayan hücreler, iç içe farklı tabakalar oluşturur. Bu tabakalar da farklı dokuların oluşturulmasında görev alır. Olgunlaşma bölgesinde **emici tüy** hücreleri bulunur (Görsel 3.22). Emici tüyler, toprak çözeltisinden su ve suda çözünmüş minerallerin alınmasını sağlar. Emici tüylerin ömrü çok kısadır.

Kökün uzaması sırasında zarar gören emici tüylerin yerine sürekli yenileri eklenir. Emici tüylerin hücre duvarında selüloza ek olarak pektin de bulunur. Pektinin varlığı, emici tüylerin yapışkan özellik kazanmasını sağlar. Böylece toprak ve suyu çekerek emilim işini kolaylaştırır.

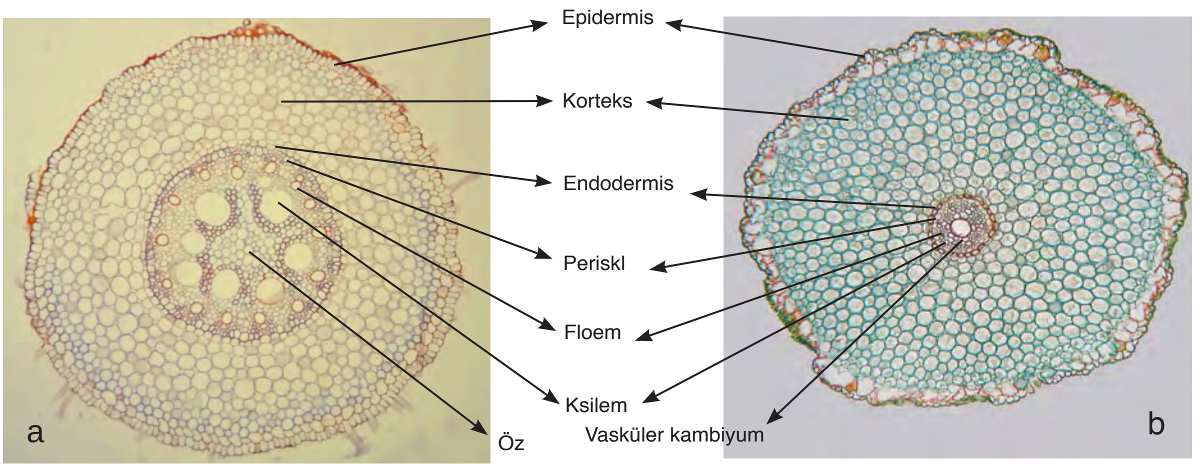
Tek çenekli (monokotil) ve çift çenekli (dikotil) bitkilerin köklerinde en dışta epidermis tabakası bulunur. Kök epidermisinde kütikula tabakası bulunmaz. Epidemisin altında genellikle parankima hücrelerinden oluşan korteks tabakası bulunur. Korteksin en iç kısmını, endodermis tabakası oluşturur. Endodermisi oluşturan hücreler, birbirine çok yakın dizilmiştir.



Görsel 3.22: Kökün boyuna ve enine kesiti

Endodermis tabakası, korteks ile iletim dokusunun yer aldığı merkezî silindir arasında madde girişini kontrol eden bir engel oluşturur. Su ve minerallerin endodermis tabakasından seçilerek geçmesinin nedeni, hücre duvarlarının su geçirmez bir madde olan süberinle kaplı olmasıdır. Süberinle kaplı olan bu kısımlara **kaspari şeridi** denir. Geri kalan bölümlerde süberin yoktur. Su, süberinsiz duvarlardan kolayca geçer ve merkezî silindire ulaşır. Kökün merkezinde iletim demetlerini içeren merkezî silindir bulunur. Merkezî silindirin en dış tabakası **periskldır**. Periskl, canlı ve ince çeperli parankima hücrelerinden oluşmuştur. Periskl; meristematik karakterde bir dokudur, bir veya birkaç sıra hücre tabakasından oluşur. Bütün tohumlu bitkilerde yan kökler periskldan oluşur.

Tek ve çift çenekli bitki kökleri arasındaki en önemli fark, merkezî silindirdeki dokuların düzenlenişidir (Görsel 3.23 a, b). Tek çenekli bitki köklerinde merkezî silindirin en iç kısmında bulunan hücreler, farklılaşmamış parankima hücreleri olarak kalır. Bu bölge **öz** olarak adlandırılır. Öz, iletim doku tarafından halka şeklinde kuşatılır. Ksilem ve floem aralıklı olarak dizilmiştir. Çift çenekli ve açık tohumlu bitkilerin merkezî silindirinde iletim demetlerinin arasında kambiyum vardır. Kambiyum, büyüme döneminde bölünerek yeni iletim demetlerini oluşturur. Böylece sekonder büyüme ile kökte enine kalınlaşma gerçekleşir. Kambiyumun bölünen hücreleri; merkeze doğru ksilemi, çevreye doğru da floemi oluşturur. Ksilemler, yıldız şeklinde ortada dizilir.



Görsel 3.23: a) Tek çenekli, b) Çift çenekli bitkilerde kökün enine kesiti (1000 μm)

Kök Çeşitleri

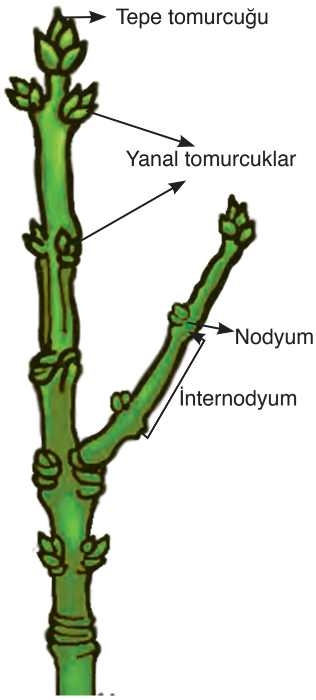
Bitkilerde saçak kök ve kazık kök olmak üzere iki kök tipi bulunur.

Saçak Kök: Saçak kök sisteminde ana kök fazla gelişmediğinden gövdenin tabanından gelişen yan köklerle yaklaşık aynı kalınlıktadır. Çimen gibi otsu bitkilerdeki saçak kökler, bitkiyi toprağa sıkıca bağlar. Saçak kökler, iyi bir yer örtüsü oluşturduklarından erozyonun önlemesinde de oldukça önemlidir. Buğday, arpa, mısır, soğan ve pırasa gibi tek çenekli bitkilerde genellikle saçak kök bulunur (Görsel 3.24).


Görsel 3.24: Saçak kök



Görsel 3.25: Kazık kök



Görsel 3.26: Gövde yapısı

Kazık Kök: Ana kök iyi gelişmiş, kalınlaşmış ve toprağın içine doğru uzanmıştır. Periskldan oluşan yan kökler ise ana köke bağlı ve fazla gelişmemiştir (Görsel 3.25). Ebegümeci, fasulye, havuç, lahana, bakla, bamya ve gelincik gibi çift çenekli bitkiler ve açık tohumlu bitkilerin kökleri kazık köktür. Kazık kök sistemine sahip bitkiler, karasal ve kurak ortama adapte olmada daha başarılıdır.

Gövde

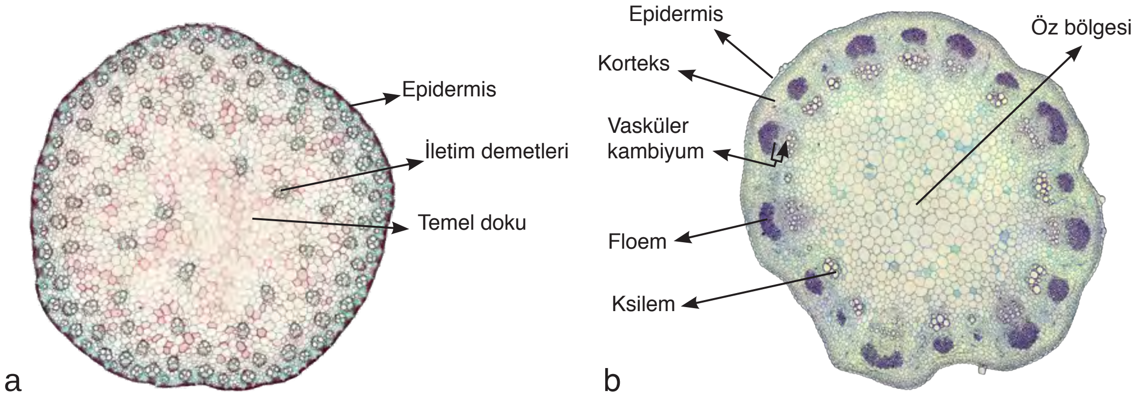
Bitkinin toprak üstünde bulunan kısmıdır. Bitkinin yaprak, çiçek, meyve ve tomurcuk gibi yapılarını taşır. Dal ve sürgünleri bulundurur. Gövde, kök ile yapraklar arasında bulunur. Bu iki bitki organı arasında madde iletiminden sorumludur. Gövde içinde kökler tarafından topraktan alınan su ve mineraller, ksilemle yapraklara taşınır. Yapraklarda fotosentezle üretilen organik maddeler de yine gövde içindeki floemle köklere taşınır.

En gelişmiş gövde, çiçekli bitkilerdedir. Gövde genellikle dalların ucundan büyür. Tepe tomurcuğu sayesinde gövde boyuna uzar.

Gövde ekseni üzerinde yan dalların oluşumunu sağlayan **yanal tomurcuk** bulunur. Yan dalların oluşumuyla yaprak ve üreme organlarının tutunması için yüzey oluşturulur. Gövde üzerinde yaprakların bağlandığı veya dalların çıktığı yere **nodyum** ve iki nodyum arasına **internodyum** denir (Görsel 3.26).

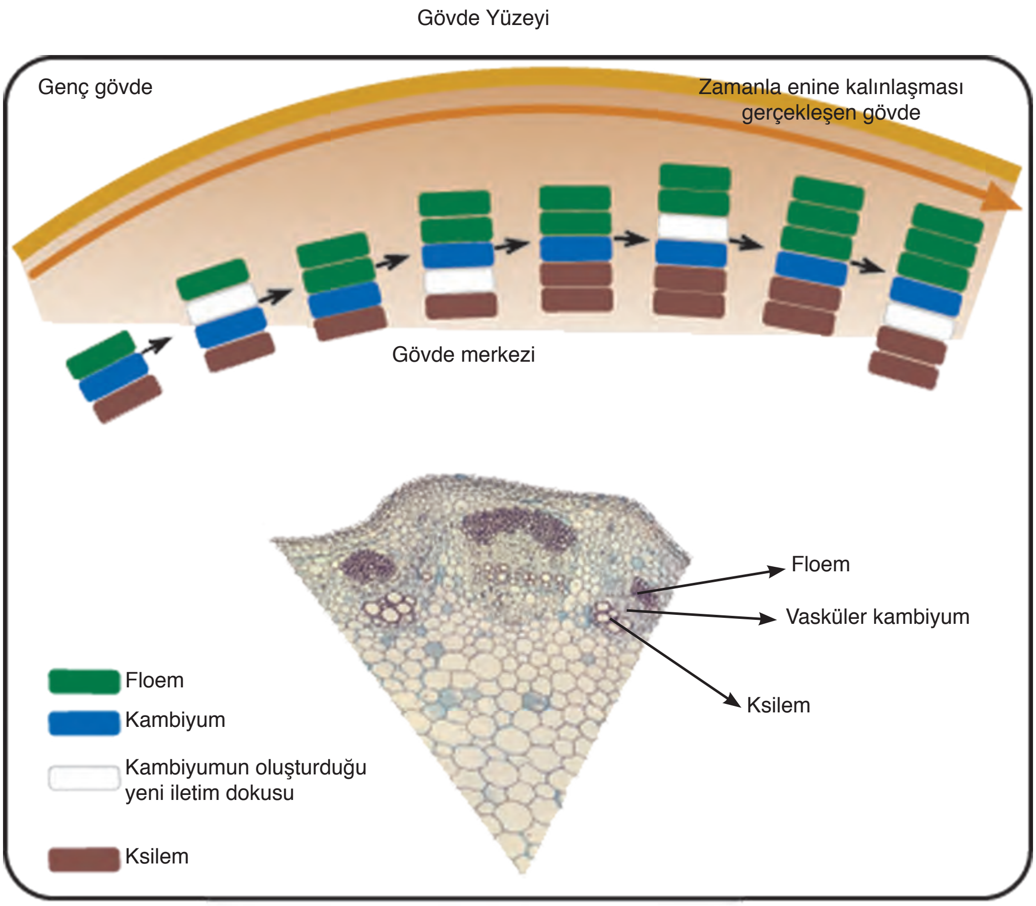
Yapraklar ve yan dallar daima nodyumlardan oluşur. Gövde üzerindeki tomurcukların faaliyetleri mevsime bağlıdır. Koşullara göre tomurcukların bir kısmı aktifken bir kısmı pasif kalır ya da uyur. Tomurcukların uyku hâlinde kalmasına **apikal dormansi** adı verilir. Bu durum, bitkinin boyca uzamasını kolaylaştırır. Çünkü tüm enerji, boyuna uzamada kullanılır. Uyuyan tomurcuklar, herhangi bir yaralanma ya da budama durumunda uyanarak yeni sürgünler oluşturabilir. Bazılarında çiçek, bazılarında dal meydana gelir. Gövde yaprakların konumunu ayarlamak için dallanır. Böylece yaprakların Güneş'ten en fazla şekilde yararlanmaları ve organik besin üretiminin de verimli bir şekilde gerçekleşmesi sağlanır. Tek çenekli bitkilerde gövde genellikle otsudur. Tek çenekli bitkilerin gövdesinden enine alınan kesit incelendiğinde en dışta epidermis tabakası bulunur. Epidermisin altında parankima dokusu yer alır. Bu tür bitkilerde floem ve ksilem borusu arasında kambiyum bulunmaz. Bu nedenle iletim demetleri düzensiz sıralanmıştır. Kambiyum bulunmadığı için gövdede enine kalınlaşma görülmez. Bu bitkilerde ayrıca korteks ve öz bölgesi bulunmaz. Demetler; epidermisin altından başlar ve çevreye doğru sık ve küçük, merkeze doğru seyrek ve büyük olmak üzere dağılır. Floem dışta, ksilem içte konumlanır. Çift çenekli otsu gövdelerin en dış yüzeyinde koruyucu epidermis tabakası yer alır. Epidermisten sonra merkezî silindire kadar olan bölüme **korteks** adı verilir. Korteks bölgesi; parankima, kollenkima ve sklerenkima dokularından meydana gelmiştir. Merkezî silindirin içinde madde iletimini gerçekleştiren iletim demetleri bulunur. Bu tür bitkilerin floem ve ksilem borusu arasında kambiyum bulunur. İletim demetleri, kambiyumun etrafında halka oluşturacak şekilde düzenli dizilmiştir.

En içteki tabakada kökün aksine parankima dokusundan meydana gelen öz bölgesi bulunur. Papatya, ayçiçeği, bezelye gibi bitkiler otsu ve çift çenekli bitki örnekleridir (Görsel 3.27 a, b).



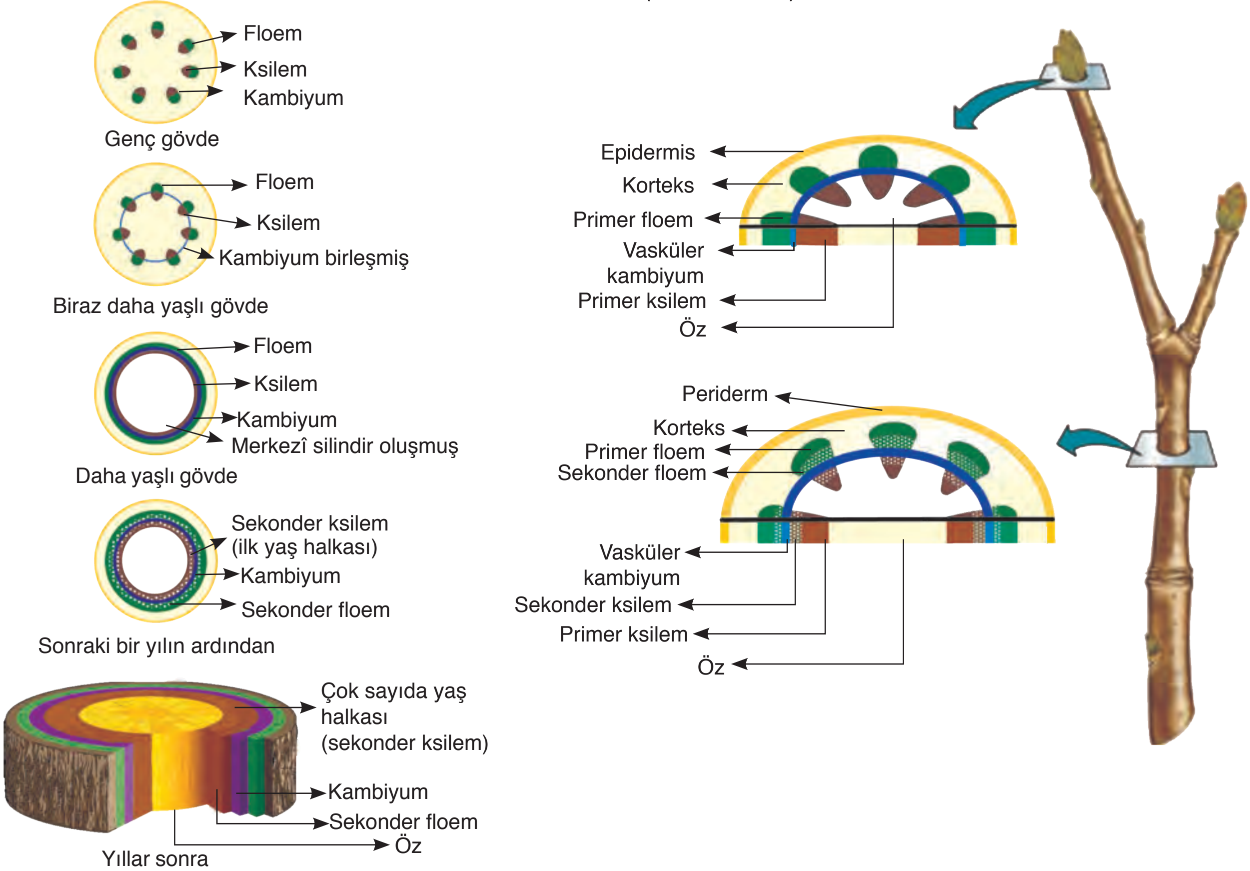
Görsel 3.27: a) Tek çenekli, b) Çift çenekli bitkilerde gövdenin enine kesiti (1000 μm)

Çift çenekli bitkilerde gövdedeki kambiyum gelişimi, primer ksilem ve primer floem arasında başlar. Her yıl belirli mevsimlerde hücre bölünmeleriyle yeni odun (sekonder ksilem) ve soymuk borularını (sekonder floem) oluşturur. Kambiyum, sürekli olarak sekonder ksilem ve sekonder floem eklemesi yaparak enine kalınlaşmayı sağlar (Görsel 3.28).



Görsel 3.28: Vasküler kambiyumun etkinliği sonucu gerçekleşen enine kalınlaşma (100 μm)

Çift çenekli odunsu bitkilerin enine gövde kesiti incelendiğinde en dışta mantar kambiyumundan meydana gelen **periderm** adı verilen cansız bir kabuk bulunur (Görsel 3.29).



Görsel 3.29: Gövdede sekonder büyüme

Yaprak

Yapraklar; bitkilerin fotosentez, terleme ve gaz alışverişini en etkin biçimde gerçekleştiği organdır. Gövde ve dallarda yanal tomurcuklardan gelişir. Gövdeden çıkan yapraklar farklı şekillerde olabilir. Genel olarak bir yaprak, genişlemiş bir yaprak ayası ve bir yaprak sapından oluşur.

Yaprak Ayası

Yaprağın geniş, ince ve yassılaşmış olan büyük bölümüdür. Yaprak ayasının genişliği, bitkinin yaşadığı ekolojik bölge hakkında fikir edinmemizi sağlar. Kurak ortam bitkilerinde yaprak ayasının yüzeyi, küçülmüştür. Böylece bitkiler, daha az su kaybeder ve bitkilerin hayatta kalma şansları da artar. Nemli ortam bitkilerinde ise yaprak yüzeyleri oldukça geniştir. Bu nedenle bitkiler, hem Güneş ışığından daha fazla yararlanır hem de daha fazla terleme yapabilir.

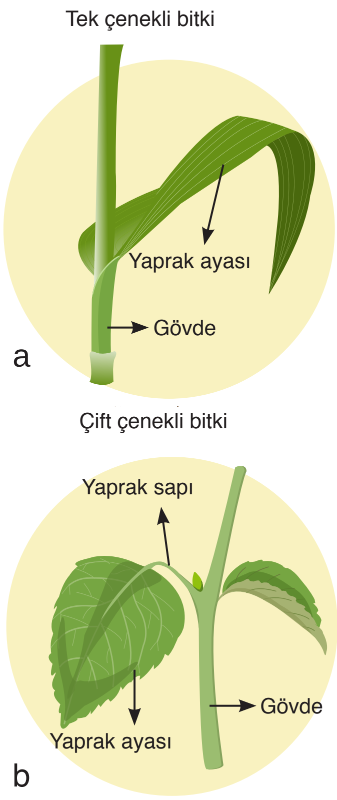
Bazı bitkiler; yaprak hücrelerinde kofulda biriktirdikleri atık maddeleri, yapraklarını dökerek bitkiden uzaklaştırır. Bundan dolayı yaprak dökümü boşaltım kabul edilir. Tek ve çift çenekli bitkilerde yapraktaki damarlanma farklılık gösterir.

EK BİLGİ

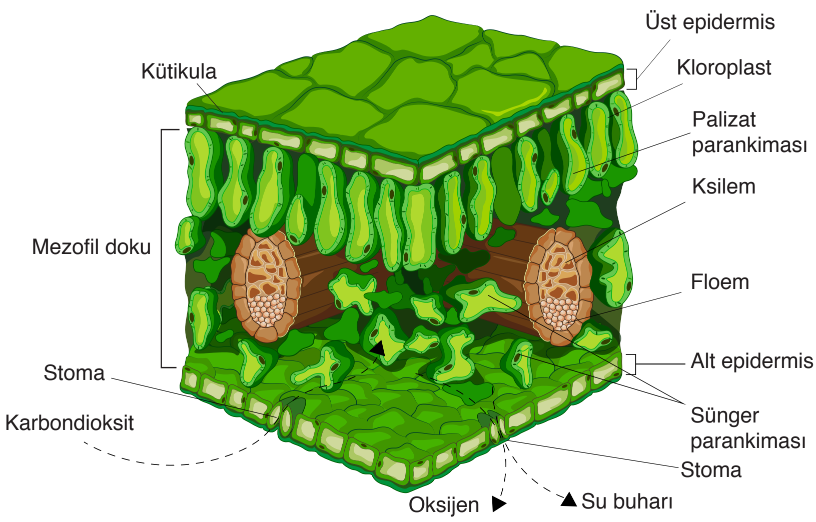
Yaşlı gövdenin dıştan içe doğru yapısında sırasıyla periderm, mantar kambiyumu, korteks (parankima ve kollenkima), floem, kambiyum, ksilem ve öz bölgesi bulunur.

Tek çenekli bitkilerde yaprak ayası, kalın bir orta damar ve orta damara paralel uzanan yanal damarlara sahiptir. Çift çenekli bitkilerde ise yapraktaki kalın olan ana damarlar, dallanarak ağsı bir damarlanma oluşturur (Görsel 3.30 a, b).

Yaprak ayasının enine kesiti mikroskopta incelendiğinde yaprağı üstten ve alttan kuşatan epidermis hücreleri görülür. Yaprağın üst yüzeyini döşeyen hücre tabakasına **üst epidermis**, yaprağın alt yüzeyini döşeyen hücre tabakasına da **alt epidermis** denir. Bu hücreler, renksiz olduklarından Güneş ışığını geçirerek alttaki kloroplastlı hücrelere ulaştırır. Karada yaşayan bitkilerin çoğunda üst epidermisteki stoma ya çok az sayıda ya da hiç yoktur. Alt epidermisteki stoma sayısı ise üst epidermise göre daha fazladır. Epidermis hücreleri, mumsu salgılar üreterek kütikula tabakasını oluşturur. Karada yaşayan bitkilerin çoğunda kütikula, yaprağın üst kısmında daha kalındır. Hem alt hem de üst epidermis hücrelerinde kloroplast bulunmadığı için bu hücreler fotosentez yapamaz. Yaprağın üst ve alt epidermisinde bulunan stomaların hemen altında hava boşlukları bulunur. Bu boşluklar, mezofil tabakası içine doğru uzanmıştır. Boşlukların içi, sürekli hava ve su buharı ile doludur. Bu sayede gaz alışverişi ve terleme verimli gerçekleşir. Mezofil, yaprağın üst ve alt epidermisi arasında kalan bölümdür. Bu bölümde yer alan hücreler, fotosentez için özelleşmiş parankima hücreleri ve iletim demetleridir (Görsel 3.31).



Görsel 3.30: a) Tek çenekli, b) Çift çenekli bitkilerde yaprak kısımları



Görsel 3.31: Yaprağın enine kesiti

Yaprak Sapı

Yaprak ayasını gövdeye bağlayan kısımdır. Yaprak ayasının Güneş ışığından en verimli şekilde yararlanmasını sağlar. Yaprak sapından yaprak ayasına ulaşan ksilemler, yaprağa ihtiyaç duydukları su ve minerali taşır. Yaprakta üretilen besin maddeleri, floemlerle yaprak sapından gövdeye ve oradan da bitkinin diğer kısımlarına taşınır. Genellikle tek çenekli bitkilerin yapraklarında bir sap bulunmaz. Yapraklar doğrudan gövdeye bağlıdır.

Kök, Gövde ve Yapraklarından Yararlanılan Bitkiler



Görsel 3.34: Besin olarak tüketilen kök ve gövdeler



Yeşil soğan



Dereotu



Maydanoz

Görsel 3.35: Yaprakları yenen bitkiler

Bitkiler günlük hayatta besin üretiminde; kıyafet, mobilya ve kâğıt yapımında; inşaat alanında ve hastalıkları tedavi etmede kullanılabilir. Bazı bitkilerin köklerinde, sürgün sistemde fotosentez sonucu üretilmiş olan organik moleküller depo edilir. Bazıları besin olarak tüketilen bu kökler, günlük hayatta çiğ veya pişirilerek tüketilebilir. Havuç, turp, pancar, kereviz ve şeker pancarı gibi bitkiler bu tür bitkilere örnek verilebilir. Şeker kamışı, patates ve yer elması gibi bitkiler gövdesinde besin depo eden bitkilere örnek verilebilir (Görsel 3.32). Fotosentezle enerji dönüşümü gerçekleştiren ve besin kaynağı olarak yaprakları yenen bitkilere marul, ıspanak, ebegümeci, semizotu, dereotu, nane, maydanoz, tere, roka, pazı, kereviz, kuzukulağı, lahana, oğul otu, fesleğen, kekik ve biberiye gibi bitkiler örnek verilebilir (Görsel 3.33). Nane, fesleğen, kekik, biberiye gibi bitkiler kurutularak baharat olarak da tüketilir. Yeşil soğan ve pırasanın da yenen kısmı yapraktan oluşmaktadır. Salata veya yemek olarak sofraları süsleyen bu sebzeler, vitamin ve mineral açısından oldukça zengindir. Sağlıklı beslenmek için sebze ve meyveler günlük öğünlerde mutlaka tüketilmelidir.

Bitkiler, içerdikleri etkili bileşikler nedeniyle hastalıkların tedavisinde de kullanılır. Tedavi ve hastalıkları önleyici olarak ilaç yapımında kullanılan bitkilere **tıbbi bitkiler** adı verilir. Tedavi amaçlı olarak bu bitkilerin genellikle yaprak, kök, çiçek, tohum, kabuk gibi kısımları veya tamamı kullanılır. Anadolu'da efsaneleşmiş olan Lokman Hekim ve İbn-i Sina yaşadıkları dönemde çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde tıbbi bitkileri kullanmışlardır. Türkiye florasında bulunan bitkilerin 1000 kadarı ilaç ve baharat yapımında kullanılan bitkilerdir. Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkiler; ilaç, parfüm, kozmetik, diş macunu, sabun, şeker sanayisinde ve baharat yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu grup bitkiler, geçmişten günümüze miras bırakılan büyük bir hazinedir. Bu hazinenin gelecek kuşaklara ulaşması için tıbbi bitkileri toplayan kişiler mutlaka bilinçlendirilmelidir. Bitkiler doğadan toplanırken sonraki yıl da bitkinin varlığının devam etmesi için bitkinin bir bölümü arazide bırakılmalı, sadece kullanılacak kısmı toplanmalı, kalması gereken kısımlara zarar verilmemelidir. Tıbbi bitkilere; kekik, adaçayı, biberiye, kantaron, zencefil, ıhlamur, ekinezya, nane, tarçın, fesleğen, defne ve papatya örnek verilebilir (Görsel 3.34, 35). Halk arasında alternatif tedavi adı altında çok yaygın kullanılan bitkilerle tedavide çok dikkatli olmak gerekir. Bitkilerin içerdikleri etken maddeler bilinçsiz kullanıldığında veya bitkilerde doğru tür kullanılmadığında çeşitli sağlık sorunları ortaya çıkabilir. Bitkilerle tedavide; kullanılan bitkinin etken maddesi, yan etkileri ve doğru kullanım miktarı bilinmelidir.

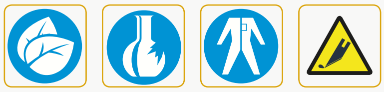


Görsel 3.32: Zencefil



Görsel 3.33: Tarçın

ETKİNLİK: Deney



Etkinlik No. : 3.1

Etkinliğin Adı: Bitkilerde kök ve gövde yapısını inceleme

Etkinliğin Amacı: Bitki kök ve gövdesinde yer alan dokuları gözlemlemek.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Mikroskop, lam, lamel, bisturi, loroglusin veya asetokarmin, damlalık ve çimlendirilmiş nohut kökü

Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz. Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- Çimlendirdiğiniz nohut kökünden ve gövdesinden bisturi ile dikkatli bir şekilde boyuna ve değişik bölgelerinden de enine kesitler alınız.
- Aldığınız kesitleri ayrı ayrı lam üzerine yerleştiriniz, kesitlerin üzerine bir damla floroglusin veya asetokarmen damlatınız ve üzerine lamel kapatınız.
- Hazırladığınız preparatları mikroskopta inceleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Mikroskopta incelediğiniz kök ve gövde kesiti ile konu işlenişinde öğrendiğiniz kesitler arasında fark var mı? Kısaca açıklayınız.

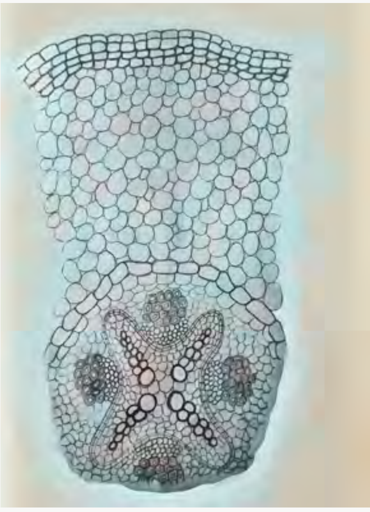
   ....

   ....

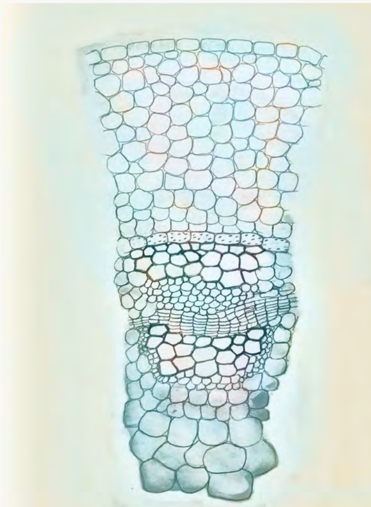
2. Mikroskopta incelediğiniz kesitte gördüğünüz kök ve gövdeye ait dokuların adlarını yazınız ve görevlerini açıklayınız.

   ....

   ....



Nohut bitkisinin kök enine kesiti (100 μm)



Nohut bitkisinin gövde enine kesiti (100 μm)

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 3.2

Etkinliğin Adı: Bitkilerde yaprak enine kesitinin incelenmesi

Etkinliğin Amacı: Bitkilerde yaprağın yapısında bulunan dokuları gözlemlemek

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Mikroskop, lam, lamel, bisturi, su, damlalık, asetokarmin ve sardunya yaprağı

Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz. Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- Begonya yaprağı veya öğretmeninizle seçtiğiniz bir bitkinin yaprağından bisturi ile dikkatlice enine bir kesit alınız. Aynı yaprağın alt yüzeyinden de bisturi ile kesit alınız.
- Aldığınız kesitleri ayrı ayrı lam üzerine yerleştiriniz, kesitlerin üzerine bir damla floroglusin ya da asetokarmin damlatınız ve üzerine lamel kapatınız.

Sonuçlandırma

1. Mikroskopta incelediğiniz kesitin görüntüsünü defterinize çizerek dokuların adlarını yazınız ve görevlerini açıklayınız.

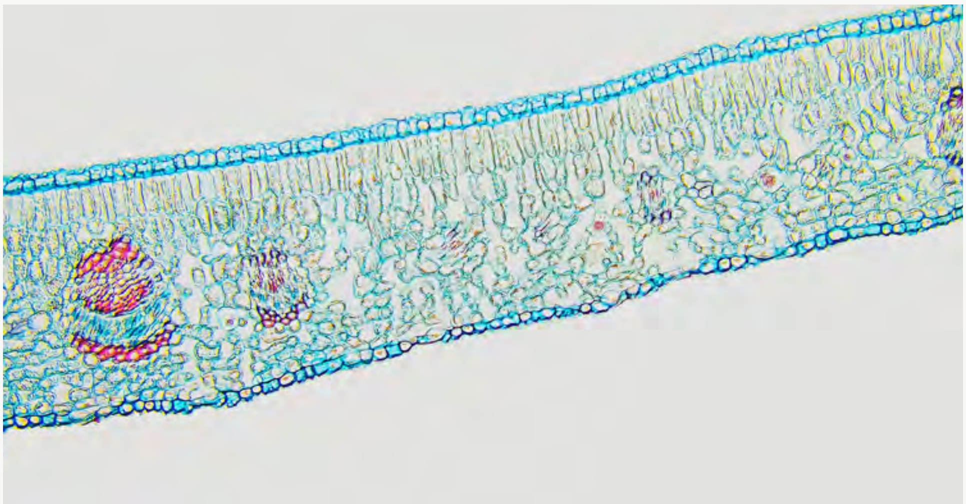
....

....

2. Mikroskopta incelediğiniz kesitler ile konu işlenişinde öğrendiğiniz kesitler arasında fark var mı? Kısaca açıklayınız.

....

....



Yasemin bitkisinin yaprak enine kesiti (1000 μm)

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 3.3

Etkinliğin Adı: Bitkilerde çeşitlilik

Etkinliğin Amacı: Bitki çeşitleri ile ilgili çekilen/edinilen fotoğrafları paylaşmak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Fotoğraf makinesi, bilgisayar, etkileşimli tahta ve uygun bilgisayar programları

Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz. Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- Çalışma grubunuzla çektiğiniz ya da edindiğiniz bitki fotoğraflarını eğitsel sosyal ağ üzerinden uygun bilgisayar programlarını kullanarak paylaşınız.
- Sınıf arkadaşlarınızın eğitsel, sosyal ağ üzerinden paylaştığı fotoğrafları inceleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Arkadaşlarınızın çektiği fotoğraflar ile kendi fotoğraflarınızı karşılaştırdığınızda bitkilerin yaşadıkları ortam koşulları hakkında neler söyleyebilirsiniz?

....

2. Bitkiler arasında gözlediğiniz çeşitliliğin sebepleri neler olabilir?

....

3.1.2. BİTKİ GELİŞİMİNDE HORMONLARIN ETKİSİ

Büyüme, hem hücre bölünmesini hem de hücre genişlemesini içerir. Yeni oluşan hücrelerin büyümesini, farklılaşma aşaması izler. **Farklılaşma,** hücrelerdeki aktif gen bölgesinin değişmesiyle gerçekleşir. Aktif hâle gelen genlerin ürünleri, doku ve organların şekil almasını sağlar. Büyüme ve gelişme, genler tarafından kontrol edilse de büyümede çevresel faktörler ve hormonlar da oldukça önemlidir (Görsel 3.36). Çünkü bitkilerde sinir sistemi bulunmaz. Doku ve organlar arasındaki iletişim ve koordinasyon, kimyasal uyarıcılar olan hormonlarla sağlanır. Bitkide görev alan hormonlar, belirli bir dokudan salgılanır ve başka tarafa taşınabilir. Her hormonun etki ettiği özel hedef hücreleri vardır. Hormonlar, çok az miktarda olmalarına rağmen etkileri çok fazla olan organik maddelerdir. Hormonlar, günümüzde laboratuvar koşullarında yapay olarak da üretilmektedir. Bitkilerde; çimlenme, hücre bölünmesi, büyüme ve gelişme, çiçek açma, meyve oluşumu, yaprak dökümü, stomaların açılıp kapanması, bitkinin ışığın geldiği tarafa doğru yönelmesi, yaprak ve çiçeklerin solması ve yaşlanması, yaprak dökümü, tohum ve tomurcukların uyku hâlinde kalması, bitkinin kış koşullarına uyum sağlaması gibi olaylar hormonlarla kontrol edilir.



Görsel 3.36: Bitki gelişiminde hormonların etkisi

Bitkilerde üretilen başlıca hormonlar; oksin, giberellin, sitokinin, etilen ve absisik asittir. Bu hormonlardan oksin, sitokinin ve giberellin hormonları büyümeyi teşvik ederken; etilen ve absisik asit, büyümeyi engeller.

Oksin

Bitkilerde keşfedilen hormonlardan ilki oksindir. Bitkinin sürgün uçlarında (meristem dokularında), gelişmekte olan genç yapraklarında, tohum embriyosunda ve gelişmekte olan meyvelerinde sentezlenir. Bitkinin bu meristematik bölgelerinde mitozu hızlandırır ve büyümeyi sağlar (Görsel 3.37).



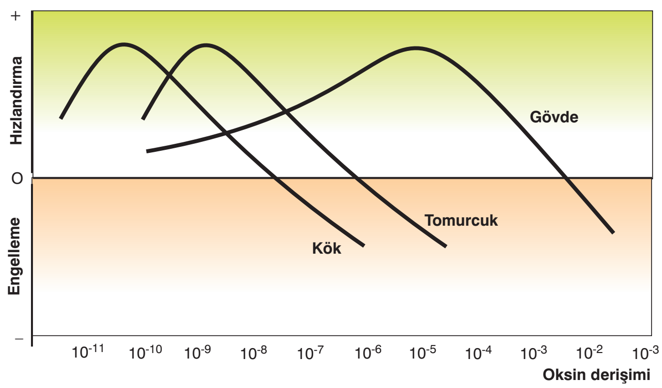
Nane bitkisinde oksin varlığında gelişme



Nane bitkisinde oksin eksikliğinde gelişme

Görsel 3.37: Oksinin bitki gelişimindeki rolü

Oksinler, hücre duvarına etki ederek hücrenin uzamasını ve büyümesini sağlar. Yan köklerin gelişimini uyararak kökün toprağın içine doğru büyümesinde rol oynar. Kambiyum hücrelerinin bölünmesini uyarır ve sekonder meristemi aktif hâle getirir. Hücrelerde farklılaşmayı, teşvik eder. Gövdede bulunan ve dal oluşumunu sağlayan yanal tomurcukların gelişimini engeller. Bu sayede bitki ürettiği enerjinin büyük bir kısmını boyca uzamada kullanabilir. Oksin bu özelliği sayesinde bitkiyi ışıktan maksimum düzeyde yararlanacağı büyüklüğe getirir. Meyve gelişimini uyarır, yaprak ve meyvelerin dökülmesini engeller. Oksinin büyümeye etkisi, her organda belirli değerler arasında maksimumdur. Oksinin olması gereken miktardan fazla olması, etkisini azaltır. Bulunduğu organda toksik etki yaparak ya da etilen üretilmesine sebep olarak büyümeyi engeller. Örneğin gövde gelişimini uyaran oksin miktarı, köklerin büyümesi için gerekli oksin miktarından oldukça farklıdır (Görsel 3.38).



Görsel 3.38: Oksin yoğunluğuna bağlı kök, gövde ve tomurcuk büyümesi

Sentetik oksinler, geçmiş yıllarda yabani otları yok etmek amacıyla üretilmiştir. Bu maddeler, öncelikle geniş yapraklı yabancı otlar üzerinde etkili olup çimlere ve diğer bitkilere zarar vermemiştir. Ancak bazı bilim insanlarının bitki öldürücü bu tür ilaçlara (herbisit) maruz kalan insanlarda kanser ve kanser bağlantılı hastalıklara yakalanma riskinin arttığını açıklamasıyla bu tür ilaçların kullanımı tartışmalı hâle gelmiştir.

Giberellin

Giberellin; bitki kökü, genç yapraklar, tohum embriyosu ve meristematik dokularda üretilir. Tohumu uyku hâlinden çıkararak (dormansinin kırılması) çimlenmeyi başlatır. Protein sentezini hızlandırır. Çimlenmede rol oynayan ve nişastayı parçalayan hidroliz enzimlerinin sentezini teşvik eder. Hücre bölünmesini uyararak gövde boyunun uzamasını sağlar. Bu nedenle giberellin eksikliğinde cüce bitkiler oluşur (Görsel 3.39).



Giberellin fazlalığında gelişen muz ağacı



Giberellin eksikliğinde gelişen muz ağacı

Görsel 3.39: Giberellinin bitki gelişimindeki rolü

Giberellin çiçeklenmeyi teşvik eder. Meyvenin sayısını ve büyüklüğünü artırır. Bu özelliği tarımsal üretim açısından önemlidir. Giberellin hormonu verilen üzümlerde salkımın sap uzunluğu artar, salkımda daha seyrek ve daha büyük üzüm taneleri gelişir (Görsel 3.40).



Giberellin fazlalığında meyve gelişimi



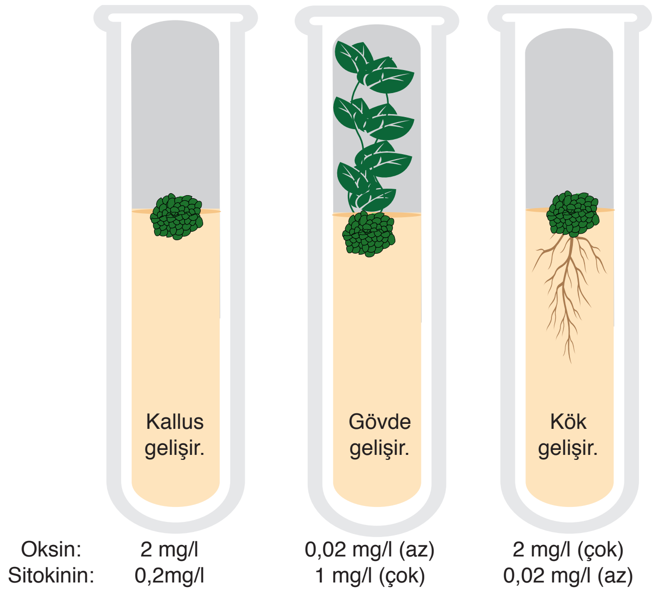
Giberellin eksikliğinde meyve gelişimi

Görsel 3.40: Giberellinin meyve gelişimindeki etkisi

> **EK BİLGİ**
>
> *Bitkilerin büyüme ve gelişmelerinin gözle görülen en belirgin belirtilerinden biri, ilkbaharda yapraklanıp sonbaharda yapraklarını dökmesidir. Bitkilerin belli dış ve iç şartların etkisi ile yapraklarını kaybetmelerine neden olan olaya **absisyon** (yaprak dökümü) denir.*

Sitokinin

Kök uçlarında üretilir ve bitkinin topraktan aldığı suyla diğer organlara taşınır. Ayrıca tohumdaki embriyo ve büyümekte olan yaprak ve meyvelerde de üretilir. Hücre bölünmesini teşvik eder. Sitokininler, tek başlarına etki gösteremez. Meristematik hücrelerin farklılaşması için sitokininler, oksinler ile etkileşime geçer. Oksin ve sitokinin oranları belirli düzeylerde olduğunda hücre bölünmeleri sonucu bir hücre kümesi oluşur. Kümedeki hücreler henüz farklılaşmamıştır. Bu yapı **kallus** adını alır. Ortamdaki sitokinin oranı artırıldığında kallustaki hücrelerin farklılaşmasıyla sürgün sistemi gelişir. Ortamdaki oksin oranı artırıldığında ise kallustaki hücrelerin farklılaşmasıyla kök sistemi gelişir (Görsel 3.41).



Görsel 3.41: Oksin-sitokinin etkileşimine bağlı olarak hücrelerin farklılaşması

Sitokininler yapraklarda yaşlanmayı geciktirir. Sitokininler azaldığında yapraklar hızla yaşlanır ve dökülür. Bu nedenle çiçekçiler tarafından bitkinin yaşlanmasını geciktirmek için kullanılır. Bitkilerde tohum çimlenmesi, sürgünlerin uyku hâlinden çıkması ve bunun sonucunda yan dal oluşumu, çiçek gelişimi, sürgün uçlarında apikal meristemlerin oluşması, besin taşınması ve kloroplast organelinin oluşmasında görev alır. Hücrelerde protein, DNA ve RNA sentezini artırır.

Etilen

Bitkiler; kuraklık, su baskını, enfeksiyon gibi streslere yanıt olarak etilen üretir. Bitkinin tüm organlarında üretilebilir. Etilen; olgunlaşan meyveler, yaşlanan yapraklar, çiçekler ve meristematik bölgelerde bol miktarda üretilir. Bunun yanı sıra meyve olgunlaşması sırasında da etilen üretilir. Etilenin etkisiyle hücre çeperi enzimlerle parçalanır, nişastanın hidroliz edilmesi meyvenin tatlanmasını sağlar. Etilen, bir gaz olduğundan bulunduğu ortamdan kolayca yayılarak diğer meyveleri de olgunlaştırır (Görsel 3.42). Ancak meyve olgunlaştıktan sonra etilen üretimi devam ederse meyve çürür.



Görsel 3.42: Etilen etkisi ile muzun olgunlaşması

Etilen, yaprakların ve çiçeklerin yaşlanmasına ve solmasına neden olur. Yaprak dökümünü uyarır. Bitkilerde programlanmış hücre ölümlerinin gerçekleşmesinden sorumludur.

Absisik Asit (ABA)

Özellikle kuraklık stresi altındaki bitkilerde bol miktarda sentezlenen ve genellikle büyümeyi engelleyen hormondur. Bu hormon, yapraktaki kloroplastlardan; tohum, meyve, kök ve gövde yapılarından; hemen hemen tüm bitki hücrelerinden sentezlenebilir. Tohumun ve tomurcukların uyku hâlinin başlamasını ve bu durumun devamını sağlar. Uygun olmayan koşullarda tohumun çimlenmesini engeller. Bitkiler, tohum oluşturduktan sonra tohumun üzerini bu hormonla kaplar. Bu hormonun suyla uzaklaştırılması sonucu tohum uykusu (dormansi) sona erer ve çimlenme başlar. Absisik asit; hücre bölünme hızının azaltılmasına, yeşil yaprakların yerini koruyucu pulların almasına neden olur. Ayrıca çok sıcak havalarda strese giren bitkilerde fazla su kaybını engellemek için stomaların kapanmasını sağlar. Bitkinin kurumaya karşı direncini artırır.

Karekod 3.1
Bitkilerde büyüme ve hareket 1

Bitkilerde Hareket

Bitkiler kökleriyle toprağa bağlı olduklarından hayvanlar gibi aktif olarak yer değiştirme hareketi yapamaz. Ancak çevreden gelen uyaranlara karşı da duyarsız kalmaz. Çevreden gelen uyarıları algılayan bitkiler, uyarılara uygun yanıtlar oluşturmaya çalışır. Çünkü içinde bulundukları ortamdan daha fazla yararlanmak ister. Bitkiler bir uyarı olduğu zaman çeşitli tepkiler vererek hareket eder.

Bitkilerde uyaranın yönüne bağlı olan tropizma (yönelim) ve uyaranın yönüne bağlı olmayan nasti (salınım, ırganım) hareketleri gözlenir.

Tropizma Hareketleri

Bitkilerde yön değişimi şeklinde verilen tepkiler, uyarının geliş yönüne bağlıdır. Tepki, uyarı yönünde veya uyarının tersi yönde olabilir. Bu yönelme hareketine **tropizma** denir. Kısacası tropizma, uyaranın yönüne bağlı durum değiştirme hareketleridir. Bitkinin büyüyen ve uzayan kısımlarında gerçekleşir. Eğer tropizma hareketleri; uyarana doğru ise **pozitif tropizma**, uyarı yönüne ters ise **negatif tropizma** adını alır.

Tropizma hareketleri, oksin hormonunun düzensiz dağılımı sonucu ortaya çıkan asimetrik büyümeden kaynaklanır. Tropizma hareketleri, uyaranın çeşidine göre adlandırılır.

Fototropizma

Bitkinin ışık uyaranına karşı gösterdiği yönelme hareketidir. Bitkinin gövde ucundan salgılanan oksin hormonu; ışığın olmadığı tarafta daha fazla, ışığın doğrudan geldiği tarafta daha az birikir. Bunun sonucu olarak Güneş görmeyen bölgelerde büyüme hızlı, Güneş gören tarafta büyüme yavaş olur. Birikim, asimetrik büyümeye sebep olur. Bu durum bitkinin Güneş ışığının geldiği tarafa yönelmesini sağlar. Cam kenarına konan çiçeklerin yapraklarının cama doğru yönelmesi bu nedenledir (Görsel 3.43).

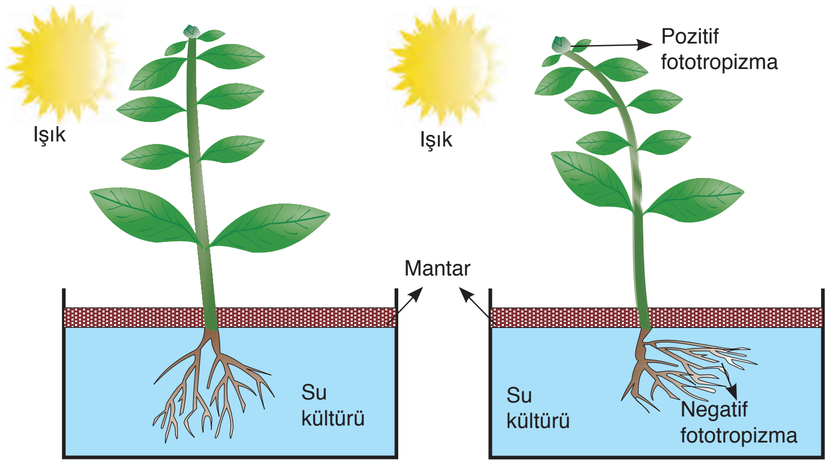


Görsel 3.43: Bitkide fototropizma

EK BİLGİ

***Koleoptil**; çimlenme sırasında ortaya çıkan, henüz yapraklanmamış olan gövde kısmıdır.*

Bitkinin bir organının ışık kaynağına doğru yönelim göstermesi **pozitif fototropizma**, ışık kaynağından uzaklaşması ise **negatif fototropizma** olarak adlandırılır. Örneğin içinde su bulunan bir cam kapta yetiştirilen bir bitkinin gövdesinin Güneş ışığına doğru yönelmesi pozitif fototropizma, köklerinin Güneş ışığının tersi yöne yönelmesi negatif fototropizmadır (Görsel 3.44).



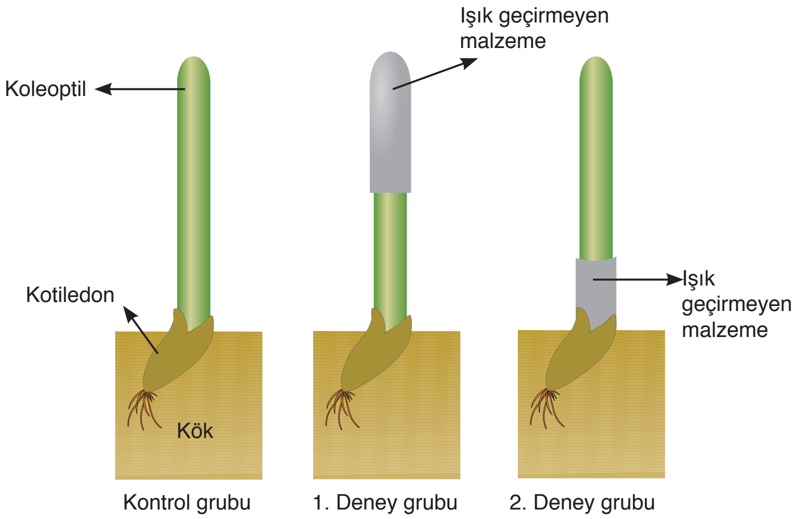
Görsel 3.44: Bitki fidesinde kök ve gövdedeki fototropizma

EK BİLGİ

Oksinler gövdede bir yönde taşınmaktadır. Taşınmanın yönünü yer çekimi değil, hücrelerin kendi özellikleri belirler.

Tropizmada Oksin Hormonunun Etkisi

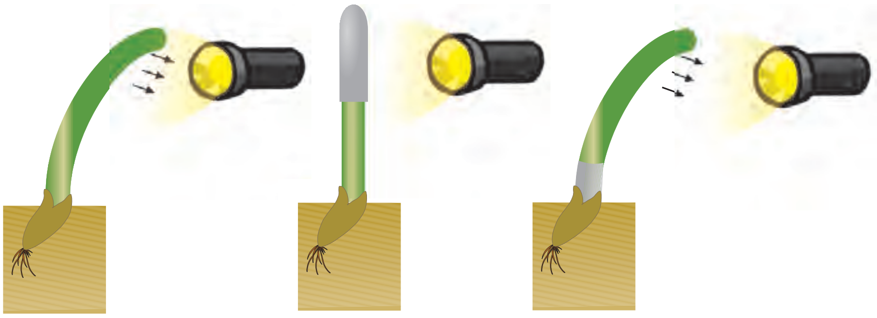
Bilim insanları ışığı algılayan mekanizmanın koleoptildeki yerini merak etmiştir. Daha sonra mekanizmanın koleoptilin ucunda mı yoksa koleoptilin tabanında mı olduğunu belirlemek için deneyler yapmışlardır. Koleoptiller kullanılarak yapılan deneyde kontrol grubuna koleoptiller olduğu gibi yerleştirilmiştir. Deney grubunun birinde koleoptil uçları, ışık geçirmeyen bir malzeme ile kaplanmış; deney grubunun diğerinde de koleoptil tabanı, aynı ışık geçirmeyen malzeme ile kaplanmıştır (Görsel 3.45).



Görsel 3.45: Işığı algılayan mekanizmanın tespiti için yapılan deneyler

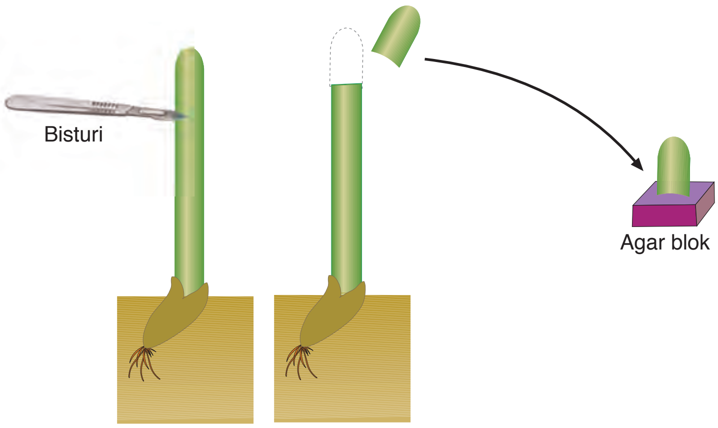
Karekod 3.2
Bitkilerde büyüme ve hareket 2

Bütün koleoptiller, bir taraftan gelen ışığın önüne yerleştirilmiştir. Bilim insanları ışığı algılayan mekanizmanın koleoptilin ucunda yer alması durumunda ilk deney grubundaki koleoptilin ışığın geldiği tarafa yönelemeyeceğini öngörmüşlerdir. Işığı algılayan mekanizmanın koleoptil tabanında olması durumunda da ikinci deney grubundaki koleoptilin ışığın geldiği tarafa yönelemeyeceğini düşünmüşlerdir. Deney sonuçlarına baktıklarında ilk deney grubundaki koleoptillerin ışığın geldiği yöne doğru yönelmediği, diğer koleoptillerin ise ışığın geldiği yöne doğru yöneldiğini gözlemlemişlerdir. Bu deneyler sonunda ışığı algılayan mekanizmanın koleoptilin ucunda bulunduğu ve bu mekanizmanın koleoptilin ışığa doğru yönelmesini sağladığı görülmüştür (Görsel 3.46).



Görsel 3.46: Işığı algılayan mekanizmanın tespiti için yapılan deneylerin sonuçları

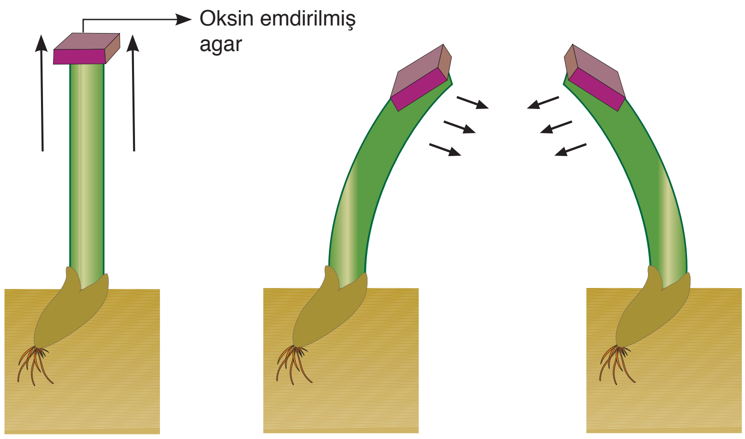
Daha sonraki yıllarda bilim insanları ışığı algılayan mekanizmanın koleoptil boyunca hareket eden ve koleoptilin bükülmesine neden olan bir kimyasal olduğunu düşünmüştür. Koleoptilin ucunun tabana doğru hareket eden bir kimyasal madde sentezleyip sentezlemediğini test etmek için deneyler yapmışlardır. Deneyde bir koleoptilin ucu kesilmiş ve bir agar bloğu (koleoptilin ucundan üretilen herhangi bir kimyasal maddeyi emmek için) üzerine yerleştirilip yaklaşık bir saat beklenmiştir (Görsel 3.47).



Görsel 3.47: Fototropizmaya neden olan kimyasal maddenin tespiti için yapılan deney

Daha sonra agar blok, ucu kesilmiş koleoptillerin üzerlerine farklı konumlarda yerleştirilmiştir. Bilim insanları, bir kimyasal maddenin koleoptil ucundan agar üzerine taşındığını tespit etmişlerdir. Kimyasal maddenin agar bloktan kesilmiş koleoptillerin içine doğru hareket ederek koleoptillerin yönelmesini sağlayacağı fikrini benimsemişlerdir (Karanlıkta ve ışığın belli bir yönden gelmediği durumlarda).

Agar bloğu başı kesilen koleoptilin tam üzerine yerleştirdiklerinde koleoptilin bükülmeden düz büyüdüğünü ancak kesik olan baş kısmının bir tarafına yerleştirdiklerinde koleoptilin o taraftan daha fazla büyüdüğünü tespit etmişlerdir. Koleoptilin ucundan agar blok üzerine geçen kimyasal maddenin koleoptilin bir tarafını diğer tarafa göre daha hızlı büyüttüğüne karar vermişlerdir. Bu düzensiz büyüme (asimetrik büyüme), koleoptilin yönelmesine neden olmuştur (Görsel 3.48). Bilim insanları bu kimyasal maddeye **oksin** adını vermiştir.



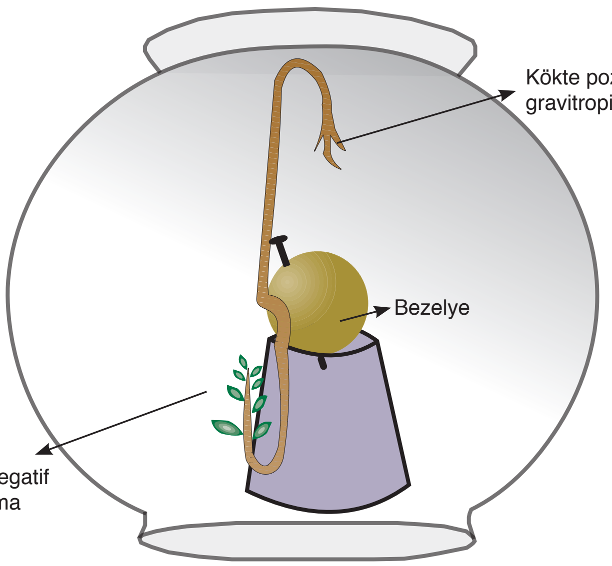
Görsel 3.48: Koleoptilin bükülmesine neden olan kimyasal maddenin tespit edilmesi

Gravitropizma (Geotropizma)



Görsel 3.49: Bitkide gravitropizma

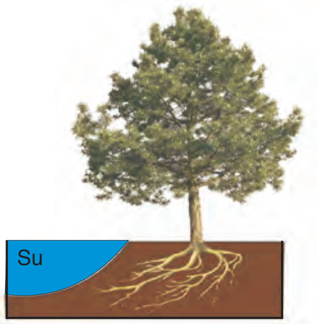
Bitkinin yer çekimi etkisine bağlı gösterdiği yönelim hareketine **gravitropizma** denir. Bitki kökü; yer çekimi doğrultusunda, gövde ise yer çekimi doğrultusuna ters yönde yönelim gösterir. Buna bağlı olarak kökte pozitif gravitropizma görülür. Kökte görülen bu yönelim, bitkinin toprağa bağlanmasını kolaylaştırır. Gövdesinde ise negatif gravitropizma görülür (Görsel 3.49, 50).



Görsel 3.50: Bezelyede gravitropizma

Hidrotropizma

Bitki köklerinin suya doğru yönelim göstermesidir. Su kenarı ve sulak alanlara yakın bölgelerde yaşayan bitkilerin köklerinin su birikintisine doğru yönelim göstermesi bu duruma örnek verilebilir (Görsel 3.51).



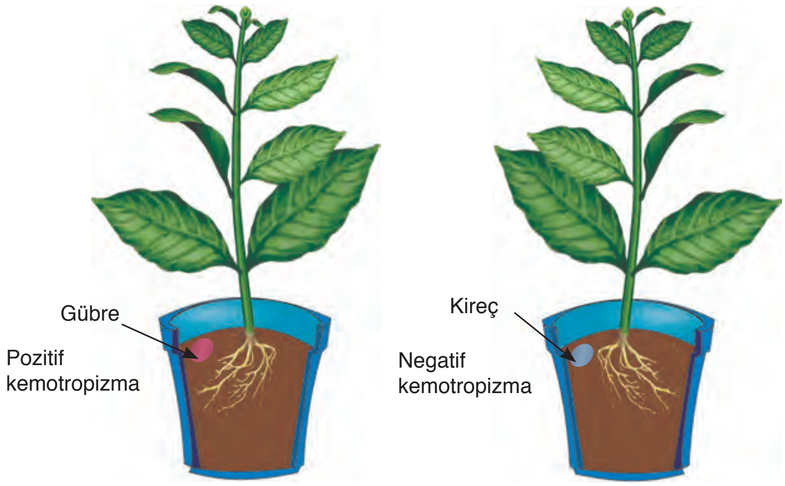
Görsel 3.51: Bitkinin kökleri suya doğru yönelir.

Travmatropizma

Bitkilerde herhangi bir yaralanma durumunda görülen yönelme hareketidir. Örneğin bir bitkinin kökü yaralandığında yara bölgesinden hormon salgılanır. Bu hormonun etkisiyle kök, yara bölgesinin tam tersi yönde büyümeye devam eder.

Kemotropizma

Bitki köklerinin toprakta bulunan farklı kimyasal maddelere karşı gösterdiği yönelim hareketidir. Örneğin bitki köklerinin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan gübre, su gibi yararlı maddelere doğru büyüyerek yaklaşmasına **pozitif kemotropizma**; aşırı tuz, kireç gibi zararlı maddelerin bulunduğu bölgenin ters yönüne büyüyerek uzaklaşmasına **negatif kemotropizma** denir (Görsel 3.52).



Görsel 3.52: Bitkilerde kemotropizma

Tigmotropizma

Bitkilerin dokunma uyarısına karşı gösterdiği yönelim hareketleridir. Özellikle sarılıcı bitkiler, dik duramadıkları için destek arar. Sarmaşık ve asma gibi bitkiler, bir desteğe temas ettiklerinde desteğe sarılarak büyür. Bitkinin sarılarak büyümesi olayı **tigmotropizmadır** (Görsel 3. 53).



Görsel 3.53: Sarılıcı bitkilerde tigmotropizma

Nasti Hareketleri

Bitkilerde uyaranın yönüne bağlı olmadan gerçekleşen hareketlere **nasti hareketleri** denir. Nasti hareketleri, hücrelerdeki turgor basıncındaki değişimler sonrasında gerçekleşir. Bitki, nasti hareketlerinde uyartının geldiği yönü önemsemeden bütün kısımları ile uyarana tepki gösterir. Bu nedenle nasti hareketlerinde uyarana doğru büyüme ya da uyaranın tam tersi yönüne büyüyerek uyarandan uzaklaşma gibi durumlar görülmez. Başlıca nasti hareketleri; fotonasti, termonasti, sismonastidir.



Görsel 3.54: Akşamsefası çiçekleri **a)** Gece açıktır. **b)** Gündüz kapalıdır.

Fotonasti

Fotonasti, ışık etkisiyle görülen nasti hareketleridir. Birçok bitki türünde ışık, çiçeklerin açılmasını sağlarken bazı bitki türlerinde çiçeklerin kapanmasına neden olur. Örneğin akşam sefası bitkisinin çiçeklerinin gündüz ışık şiddetine bağlı olarak kapanması karanlıkta da açılması fotonastidir (Görsel 3.54 a, b).

Termonasti

Termonasti, sıcaklık değerlerindeki değişikliklerin neden olduğu nasti hareketleridir. Lale çiçeğinin sıcaklık değişimlerine yanıt olarak açılıp kapanması, bu duruma örnek verilebilir. Lale bitkisi 5 - 10°C'de çiçek açmazken 15 - 20°C'lik bir ortamda çiçek açar (Görsel 3.55, 56).



Görsel 3.55: Lalenin soğukta çiçeklerini kapaması



Görsel 3.56: Lalenin sıcakta çiçeklerini açması



Görsel 3.57: Küstüm otunda sismonasti

Sismonasti

Sismonasti, bazı bitkilerde dokunma ve sarsıntı ile meydana gelen hareketlerdir. Küstüm otuna [*Mimosa pudica* (Mimoza pudika)] dokununca yapraklarını kapatıp aşağı doğru sarkıtması, bazı bitki türlerinin dokununca tohumlarını uzaklara fırlatması, böcek kapan bitkisinin yaprağına böcek konunca dokunmanın etkisiyle yapraklarını kapatması sismonastiye örnek verilebilir (Görsel 3.57).

Fotoperiyodizm

Bitkilerin, mevsimleri (bahar ya da kış) ve üreme döneminin yaklaştığını saptamak için sıklıkla kullandıkları çevresel uyarılara **fotoperiyot** denir. Fotoperiyot, gece ve gündüzün uzunluk oranıdır. Çevresel uyarılara karşı çiçek açma, yaprak dökümü, tohum ve tomurcuklarda uyku hâlinin başlaması ve devam etmesi gibi fizyolojik olaylar ise **fotoperiyodiz** olarak adlandırılır. Fotoperiyodizm, bitkilerin dünya üzerindeki dağılımını belirleyen önemli bir faktördür. Çünkü belirli mevsimlerde gündüz uzunluğuna bağlı olarak gelişim gösterebilen bir bitki, kendisine bu koşulları sağlayan enlemlerde yaşamak zorundadır. Işık alma süresi bitkilerin organik madde üretimini etkilediğinden büyük önem taşır. Çünkü ışıklanma süresinin uzaması, fotosentez faaliyetinin uzaması demektir. Bazı bitki türleri, normal gelişim ve üreme olgunluğuna erişmek için belirli bir süre ışık veya belli bir süre karanlık periyoduna ihtiyaç duyar. Üreme olgunluğa erişmek için bitkilerin ihtiyaç duyduğu ışık alma süresi **"kritik gün uzunluğu"**, karanlık süresi de **"kritik gece uzunluğu"** olarak ifade edilir.

Son yıllarda bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda bitkinin gün uzunluğu yerine gece uzunluğunu ölçtüğü düşüncesi ortaya çıkmıştır. Hatta çoğu bitkinin gece süresine bakarak yılın hangi mevsiminde olduğunu tespit ettiği anlaşılmıştır. Çünkü gece tek bir flaş ışığına maruz bırakılan bir bitki, sanki yaz başında kısa gece yaşıyormuş gibi yanıt vermiştir. Karanlık süresindeki bu yapay bozulma, bitkinin hatalı bir şekilde kısa gece yanıtı verdiğini göstermiştir. Çiçek üreticileri, bitkileri normal sezonun dışında çiçek açmaya zorlamak için bu tür yanlış sinyaller kullanmaktadır. Örneğin kasımpatı çiçekleri bu yöntem kullanılarak yıl boyunca çiçekçilerde satılır.

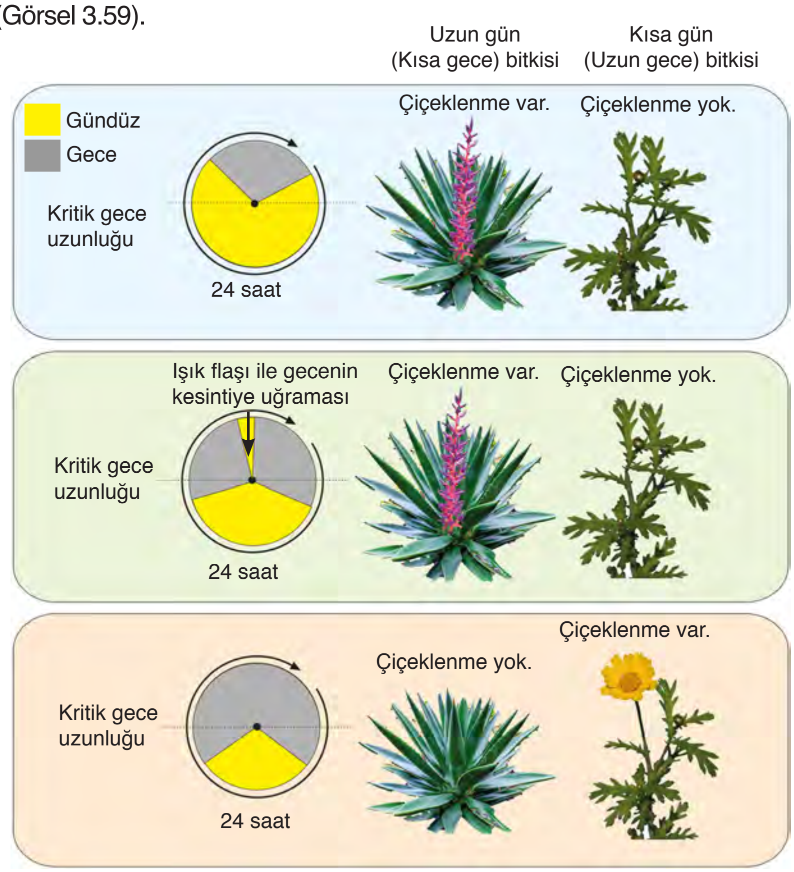
Fotoperiyoda bağlı çiçeklenme özelliklerine göre bitkiler; uzun gün, kısa gün ve nötr gün bitkileri olmak üzere üç grupta incelenir.

Kısa gün bitkileri; genel olarak gece süresinin gündüz süresinden daha uzun olduğu yaz sonu, sonbahar veya kış mevsimlerinde çiçek açar. Bu bitkilerin çiçeklenmesi için gün uzunluğunun kritik değerin altına düşmesi, gece uzunluğunun kritik değerin üzerine çıkması gerekir. Genellikle kritik gün uzunluğundan (14 saat) daha kısa bir gün uzunluğu gereklidir. Atatürk çiçeği, çuha çiçeği, kasımpatı, yaban mersini, sütleğen, çilek, bazı soya fasulyesi çeşitleri, patates vb. bitkiler kısa gün bitkilerine örnek olarak verilebilir (Görsel 3.58).



Görsel 3.58: Kasımpatı

Uzun gün bitkileri, genel olarak ilkbahar sonunda ve yaz başında çiçeklenen bitkilerdir. Bu dönemde gündüz süresi gece süresinden daha uzundur. Bu bitkilerin çiçek açması için gün uzunluğunun kritik değerin üzerine çıkması, gece uzunluğunun kritik değerin altına düşmesi gerekir (Görsel 3.59).



Görsel 3.59: Fotoperiyoda bağlı çiçeklenme özelliklerine göre bitkiler



Görsel 3.60: Şeker pancarı

Örneğin ıspanak, gün uzunluğu 14 saati aştığında çiçek açar. Turp, marul, buğday, arpa, şeker pancarı ve ıspanak gibi bitkiler de uzun gün bitkilerine örnek olarak verilebilir (Görsel 3.60).

Nötr gün bitkilerinde çiçeklenme, fotoperiyottan ya da gündüz süresinin uzunluğundan etkilenmez. Fotoperiyodun dışındaki sinyallere tepki olarak çiçek açar. Örneğin bazıları mevsimsel yağışlardaki değişimlere tepki olarak çiçek açarken bazıları da belirli bir büyüklüğe ulaştıklarında çiçek açar. Domates, pirinç, karahindiba, ayçiçeği, pamuk, asma fidanı, karanfil, domates ve salatalık gibi bitkiler nötr gün bitkilerine örnek gösterilebilir.

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 3.4

Etkinliğin Adı: Bitkilerde tropizma hareketi

Etkinliğin Amacı: Kontrollü deney düzeneği hazırlayarak bitkilerdeki tropizma hareketini gözlemleyebilmek

Araç Gereç: Petri kabı, pamuk, kuru nohut, su

Etkinliğin süresi: 1 ders saati

Uygulama: Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz. Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.

- İki petri kabına pamuk yerleştirip üzerine nohut ilave ediniz. Nohutların üzerini pamukla kapatıp pamuğu ıslatınız. Petri kaplarını sıcaklık ve su miktarının sabit tutulduğu biri aydınlık, diğeri karanlık ortamda çimlendiriniz. Karanlık ve aydınlık ortamda çimlenen nohut fidelerinin hareketini gözlemleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Karanlık ve aydınlık odada tutulan nohut fidelerinde ne tür farklılıklar gözlemlediniz? Karşılaştırınız.

....

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 3.5

Etkinliğin Adı: Bitkilerde nasti hareketi

Etkinliğin Amacı: Kontrollü deney düzeneği hazırlayarak bitkilerde nasti hareketini gözlemleyebilmek

Araç Gereç: Küstüm otu, su

Etkinliğin süresi: 1 ders saati

Uygulama: Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz. Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.

- Edindiğiniz iki özdeş küstüm otu bitkisini sıcaklık, su ve ışık miktarının sabit tutulduğu bir ortamda bekletirken birinin yapraklarına dokunup diğerinin yapraklarına dokunmayınız. İki bitkinin yaprak hareketleri arasındaki farkları gözlemleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Küstüm otunun yapraklarında meydana gelen hareketin sebebini açıklayınız.

....

2. BÖLÜM

ANAHTAR KAVRAMLAR

- ADHEZYON
- BASINÇ AKIŞ TEORİSİ
- FLOEM
- GUTASYON
- GÜBRE
- KOHEZYON GERİLİM TEORİSİ
- KÖK BASINCI
- KSİLEM
- MİKORİZA
- MİNUMUM KURALI
- NODÜL
- STOMA
- TERLEME

HAZIRLIK SORULARI

1. Suyun bitki içindeki hareketi neden yapraklarda başlar?

2. Çiçekçiden alınan dalından kesilmiş çiçeklerin su dolu bir vazoda uzun süre solmadan yaşamasının nedenleri neler olabilir?

3. Bahçenizde yetiştirdiğiniz bir bitkinin topraktan yeterli besin alıp almadığını anlamak için neler yaparsınız?



3.2. BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI

Bitkiler; yaşamsal faaliyetleri için gerekli olan su, mineral ve organik besinleri farklı taşınım mekanizmaları ile taşır. Taşınım mekanizmalarından ilki, kökteki hücrelerin topraktan su ve mineral emmesidir. İkincisi, emilen bu maddelerin ksilem içinde toprak üstü organlara taşınmasıdır. Üçüncüsü ise organik besinlerin kalburlu borulara aktarılması ve bu borular aracılığıyla taşınmasıdır.

3.2.1. KÖKLERDE SU VE MİNERAL EMİLİMİ

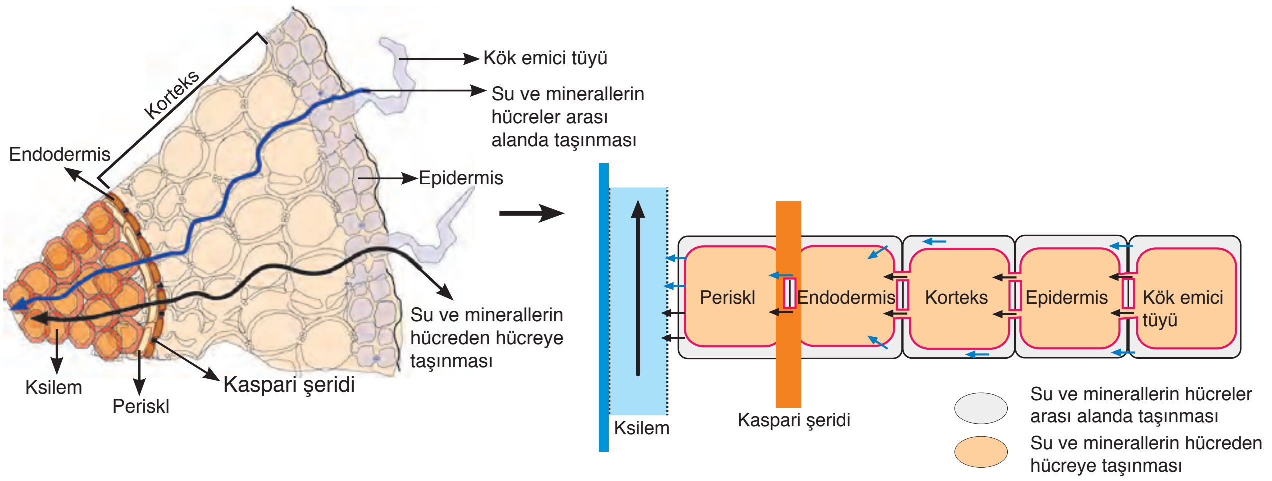
Bitkiler, mineralleri ve suyu kökleri aracılığıyla alır. Aldıkları mineraller ve su yardımıyla fotosentez tepkimelerinde karbonhidrat, yağ, protein, DNA ve RNA gibi organik maddelerin sentezini gerçekleştirir. Ayrıca su ve mineraller; bitkilerde gerçekleşen yaşamsal faaliyetlerin düzenlenmesinde görev alan DNA, RNA, enzim, hormon ve klorofil gibi moleküllerin sentezi ve çalışması için de gereklidir. Su, bitki hücrelerinin sitoplazmasının oluşumunda önemli bir işlev görür. Su sayesinde bitki hücreleri, sitoplazmalarında metabolik olayları ve kimyasal reaksiyonları gerçekleştirir. Ayrıca su, hidroliz ve fotosentez gibi metabolik olaylara katılır. Su, bitki hücrelerinde yarattığı turgor basıncı ile toprak üstü organların dik durmasına yardımcı olur (Görsel 3.61). Ayrıca turgor, büyüme döneminde hormonların etkisiyle hücrelerin uzamasını sağlar. Böylece bitkinin büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynar. Mineraller, hücrelerdeki osmotik basıncın düzenlenmesinde rol oynar. Fotosentez sonucu üretilen organik besinler; kökler, dallar, çiçekler ve meyvelerin oluşumunda görev alır. Kök sistemi, bitkinin toprağa tutunmasını sağlar. Bunun dışında en önemli görevlerinden biri de yapraklardan terleme ile kaybedilen büyük miktarlardaki suyun tekrardan topraktan alınmasını sağlamaktır.



Görsel 3.61: Turgor basıncının etkisiyle dik duran otlar

Bitkinin topraktan aldığı suyun büyük bölümü, genç köklerle alınır. Su ve minerallerin emilimi, direkt olarak epidermisten farklılaşmış olan emici tüylerle gerçekleştirilir. Kök ucunun birkaç milimetre üzerinde bulunan emici tüyler, emilim için oldukça büyük bir yüzey alanı oluşturur. Kökteki emici tüyler, topraktan aktif taşıma ile aldığı mineral ve tuzları biriktirir. Bu birikim, emici tüylerdeki osmotik basıncın toprak çözeltisine göre daha yüksek olmasını sağlar. Bu sayede kökteki emici tüylere osmozla su geçer. Su; emici tüylerden epidermise, epidermisten kök korteksine (parankimasına), korteksten de endodermise ulaşır. Endodermis duvarlarındaki kaspari şeridi suya geçirimsizdir.

Kaspari şeridi, su moleküllerini belirli bölgelerden geçmeye zorlayan bir bariyerdir. Su, endodermis içinde belirli bölgelerden hareket ederek merkezî silindirdeki ksileme ulaşır (Görsel 3.62). Ksileme ulaşan su, kök ve gövde içerisinde yukarı doğru hareket ederek yapraklara kadar ulaşır.



Görsel 3.62: Köklerde su ve minerallerin emilimi ve ksileme taşınma yolları

Minerallerin Topraktan Alınması

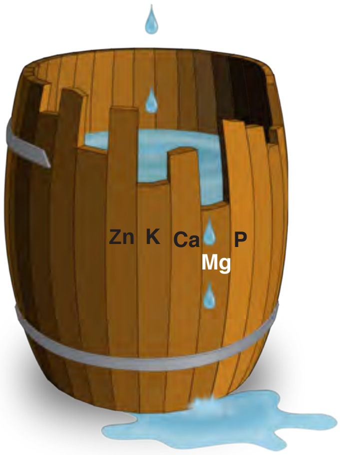
Bitkiler, ihtiyaç duydukları mineralleri toprak çözeltisinden suda çözünmüş hâlde alır. Toprak çözeltisindeki minerallerin bileşimi sabit değildir. Toprak çözeltisi ile toprağın üst katmanındaki organik kalıntılar arasında sürekli bir denge bulunmaktadır. Toprak çözeltisindeki mineral maddeler, organik atıklar ayrıştırılarak ve çözeltiye mineral maddeler verilerek sürekli yenilenmektedir.

Toprak çözeltisinde çözünmüş hâlde bulunan mineral maddelerin bitkiler tarafından alınabilmesi iki yolla olur. Birinci yol, pasif taşımadır. Enerji harcanmadan difüzyon yoluyla mineraller bitkiye alınır.

İkinci yol ise aktif taşımadır. Metabolik olaylara bağlı olarak üretilen ATP'nin harcanması sonucu aktif taşıma ile mineral alımı ya da birikimi gerçekleşir. Bitkilerin bulundukları ortamda en iyi şekilde gelişim gösterebilmesi için toprakta besin elementlerinin optimum düzeyde bulunması gerekir. Bitkilerin yaşamsal faaliyetleri için çok fazla ihtiyaç duyduğu elementlere **makro elementler** adı verilir. Bu elementler; karbon (C), oksijen (O), hidrojen (H), azot (N), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), fosfor (P), kükürt (S) tür. Bu elementlerden bazıları bitkinin yapısını oluşturan organik bileşiklerin başlıca bileşenidir. Bazıları da bileşik enzim yapısında kofaktör olarak bulunur ve enzim aktivasyonunu sağlar.

Bitkilerin yaşamsal faaliyetleri için çok az miktarda ihtiyaç duyduğu elementlere **mikro elementler** adı verilir. Bu elementler; klor (Cl), demir (Fe), bor (B), mangan (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu), nikel (Ni), molibden (Mo) dir. Bu elementler, bileşik enzim yapısında kofaktör olarak bulunur ve enzim aktivasyonunu sağlar. Makro ve mikro elementlerin eksikliğinde metabolik faaliyetlerde aksaklıklar ortaya çıkar. Bu durumda bitkide hastalıklar ve anormallikler oluşur.

Köklerde mineral madde emilim hızı, farklı etmenler tarafından kontrol edilir. Bunlar; topraktaki oksijen miktarı, toprak sıcaklığı, ışık miktarı, toprak pH'ı, topraktaki minerallerin derişimi ve topraktaki yararlı mikroorganizmaların sayısı gibi etmenlerdir.



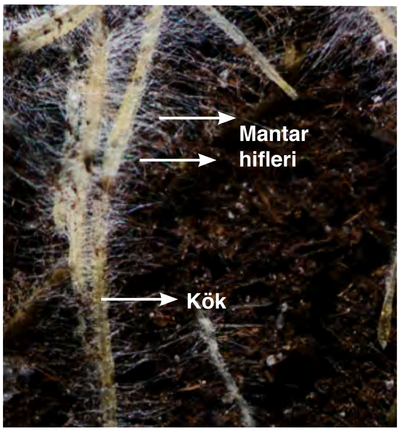
Görsel 3.63: Minumum yasası "Bitki, minerallerden toprakta miktarı en az olan mineralin oranında faydalanır." şeklinde ifade edilir. Bu durumda bitki topraktaki diğer minerallerden magnezyum mineralinden yararlandığı oranda faydalanır.

Topraktan yüksek verim alınması için topraktaki mineral dengesinin korunması gerekmektedir. Bitkilerin topraktan aldıkları minerallerin miktarının azalması, bitki gelişimini olumsuz etkiler. Toprağın verimini artırarak büyüme ve gelişmesini olumlu etkileyen maddelere **gübre**, bu maddelerin toprağa eklenmesine **gübreleme** adı verilir.

Canlı organizmaların yaşamsal faaliyetlerini (madde değişimi, büyüme, gelişme, üreme vb.) yürütebilmeleri için yaşadıkları ortamda bazı faktörlerin (su, mineral, sıcaklık, karbondioksit miktarı, ışık miktarı gibi) bulunması gerekir. Bu faktörlerin ortamda bulunmasının yanında her birinin belirli bir düzeyin üzerinde bulunması zorunludur. Bitkinin yaşam fonksiyonları üzerinde etkili olan en az düzeydeki herhangi bir faktör, diğer faktörler optimum düzeyde olsa bile bitkinin büyümesini sınırlandırır. Bu konuyu Alman bilim adamı Justus Von Liebig (Custus Von Liebig) **Minimum kuralı** ile açıklamıştır (Görsel 3.63).

Bazı bitkiler, su ve mineral alımını artırmak için bazı bakteri ve mantar türleri ile ortak yaşam kurar. Bazı bitkiler köklerinde nodül ya da mikoriza gibi özelleşmiş yapılar bulundurur. Köklerle kurulan bu ortak yaşam sayesinde ortaklık kuran canlıların beslenme imkânı artar.

Mikoriza



Görsel 3.64: Mikoriza

Mikoriza, belirli bir mantar türü ve bir bitki kökü arasında kurulan ortak birlikteliktir (Görsel 3.64). Tohumlu bitkilerin çoğu, mikoriza oluşturarak toprağın suyunu emmek için yüzey alanlarını artırır. Mantarlar, su ve inorganik iyonları emen **hif** adı verilen ipliklere sahiptir. Hifler, kökün etrafını sarar. Mantarın bir kısmı bitki kökünün bir parçası hâline gelir. Geri kalan kısmı, emilim için geniş bir yüzey oluşturarak toprak içine doğru uzanır. Mantar hiflerinin topraktan aldığı su ve iyonlar, hiflerden bitkinin kök hücrelerine geçer. Buradan da ksilem vasıtasıyla diğer bitki hücrelerine nakledilir. Mikorizalar özellikle fosfor, demir, çinko ve bakırı topraktan emmede köklerden daha etkilidir. Mikoriza birlikteliğinde hem mantar hem de bitki fayda sağlar. Bitki, mantardan su ve iyonları alır; mantar ise bitkiden ihtiyaç duyduğu besinleri alır.

Nodül



Görsel 3.65: Nodül

Azot ihtiyacı fazla olan fasulye, bezelye, soya fasulyesi, bakla, yer fıstığı, yonca gibi baklagillerin kökleri ile toprakta yaşayan ve havanın serbest azotunu bağlayabilen *Rhizobium* cinsi bakteriler arasında ortak yaşam görülür. *Rhizobium* bakterilerinin bu bitkilerin köküne yerleşmesiyle **nodül** adı verilen yumrular oluşur (Görsel 3.65).

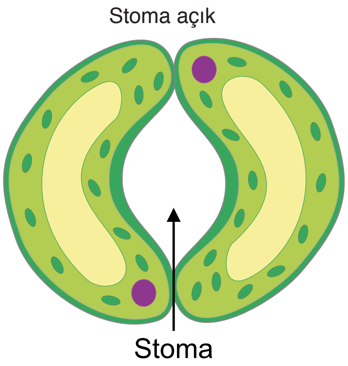
Bu ortak yaşamda bakteriler; havanın serbest azotunu, bitki tarafından kullanılmak üzere amonyuma dönüştürür. Böylece bitki, azot ihtiyacını karşılamış olur. Bitki de bakterilerin ihtiyaç duyduğu organik besinleri bakteriye sağlar. Baklagil bitkileri ile azot bağlayıcı bu bakterilerin fayda sağlayan bu ilişkileri, bitkilerin azotça fakir topraklarda gelişmesini sağlar. Bu ilişkinin ekosistem için başka faydaları da vardır. Örneğin baklagil bitkilerinin ölmesi ve ayrışması durumunda toprak, azotça zenginleşir. Diğer bitki türleri de bu azottan faydalanır.

3.2.2. BİTKİLERDE SU VE MİNERALLERİN GÖVDE VE YAPRAKLARA TAŞINMASI

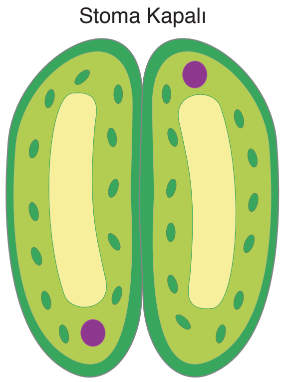
Bir bitkiye köklerinden giren suyun büyük bir kısmı, yapraklarındaki stomalardan (gözenek) terleme yoluyla buharlaşır. Stomalar, karbondioksit almak için açık oldukları sırada suda buharlaşarak bitkiden uzaklaşır. Bu kaçınılmaz su kaybı (terleme) bitkiye iki türlü yarar sağlar. Birincisi, ışık absorbe ederken çok fazla ısıyı emmiş olan yaprakların soğutulmasıdır. İkincisi ise topraktan alınan su ve minerallerin kökten, gövde ile yapraklara doğru hareket etmesini ayrı bitkinin topraktan su almasını kolaylaştırmasıdır. Suyun bu yükselişi sırasında çözünmüş iyonlardan bitki hücreleri faydalanır. Böylece metabolik faaliyetleri için gerekli olan özellikle nitrat, sülfat, fosfat ve diğer iyonlardan yararlanmış olur.

Bitkilerde terleme ile su kaybı büyük oranda stomalar ile yapılır. Bekçi hücreleri stoma açıklığını kontrol eder. Bu sayede bitkinin fotosentez sırasında gereksinim duyduğu suyun korunmasını sağlar. Bekçi hücrelerinin şekil değiştirmesi stomanın açılıp kapanmasına neden olur. Stomaların yaprak mezofiline bakan kısımlarında hava boşlukları bulunur. Bu boşluklarda karbondioksit, oksijen ve su buharı vardır. Yeterli miktarda su bulunduran ortamlarda yaşayan bitkilerde stomanın açılıp kapanmasını etkileyen en önemli faktör ışıktır. Stoma; gün içinde yaprak yüzeyine ulaşan ışığın şiddeti arttıkça açılır, ışığın şiddeti azaldıkça da kapanır. Çoğu bitki türünde mezofil dokudaki hava boşluklarında gündüz fotosentez başlayınca karbondioksit konsantrasyonunun azalması, stomanın açılmasını teşvik eder. Gece ise çoğu bitki türünde mezofildeki hava boşluklarında karbondioksit konsantrasyonunun artması, stomanın kapanmasına neden olur.

Genellikle gündüzleri bekçi hücreleri, komşu epidermis hücrelerinden potasyum iyonlarını (K^+) aktif taşıma ile alır. K^+ iyonlarının birikimi bekçi hücrelerinde osmotik basıncın artmasını sağlar. Bekçi hücrelerinde fotosentez tepkimeleri sonucu üretilen glikozlar ile gün içinde nişastanın hidrolizi ile oluşan glikozlar, sükroza dönüştürülür. Sükroz miktarının artması da bekçi hücrelerinde osmotik basıncı artırır. Bu durumda komşu epiderms hücrelerinden su, bekçi hücrelerine geçer. Sonuç olarak bekçi hücrelerinde çevrelerindeki komşu epidermis hücrelerinden daha yüksek bir turgor basıncı oluşur. Ortaya çıkan basınç, bekçi hücrelerinde dış çeperin iç çepere oranla daha fazla dışa doğru hareket etmesini sağlar ve stoma açılır (Görsel 3.66). Genellikle gece bekçi hücrelerdeki K^+ iyonları komşu epidermis hücrelerine geçer. Bunun dışında sükroz miktarı azalır ve glikozlar nişastaya dönüştürülür. Bu durumda bekçi hücrelerinde suda çözünen maddelerin miktarı azalır ve osmotik basınç düşer. Su, bekçi hücrelerinden komşu epidermis hücrelerine geçer. Bekçi hücrelerinde turgor basıncı azalır. Basıncın azalmasıyla iç ve dış çeper eski konumlarına döner ve stoma kapanır (Görsel 3.67).



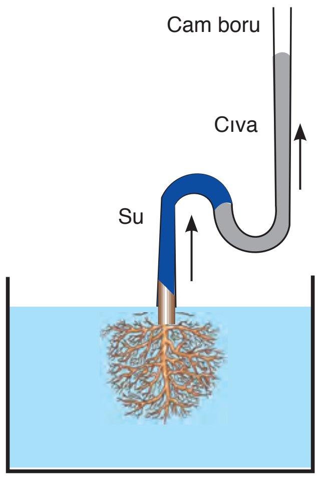
Görsel 3.66: Stomanın açılması



Görsel 3.67: Stomanın kapanması

Gövdedeki lentisellerden ve yapraktaki kütikula tabakasından da terlemeyle bir miktar su kaybı olmaktadır. Suyun yukarı doğru hareket etmesi, kohezyon gerilim teorisi ve kök basıncı ile açıklanır.

Kök Basıncı



Görsel 3.68: Kök basıncının kesilmiş bitki kökü kullanılarak gösterimi

Kökteki emici tüylerde topraktan su alımını kolaylaştırmak için osmotik basıncın yüksek tutulması gerekir. Bunun için kökte mineral ve tuzlar biriktirilir. Hatta gerektiğinde kökte depolanmış nişasta da hidroliz edilerek glikoza dönüştürülür ve böylece osmotik basıncın yükselmesi sağlanır. Bu olaylar sonucu kök emici tüylerinin osmotik basıncı, toprak çözeltisindeki osmotik basınçtan daha yüksek olur. Osmotik basınçlardaki bu farklılık, bitkinin topraktan sürekli su almasını sağlar. Kökteki merkezî silindiri kuşatan endodermis, iyonların merkezî silindirden geri çıkmasını engeller. Merkezî silindirdeki mineral birikimi, osmotik basıncı artırır. Su, korteksten merkezî silindirdeki ksileme doğru akar. Suyun ksilemde akışını artıran bu basınç **kök basıncı** olarak adlandırılır. Bu basınç sayesinde su, gövde içinde yukarılara doğru ilerler. Ancak kök basıncı, tek başına suyun taşınması için yeterli değildir.

Yandaki görselde bitki köklerinin suyu alması, cıvanın cam boru içerisinde yükselmesine neden olur. Bunun sebebi kök basıncıdır (Görsel 3.68).

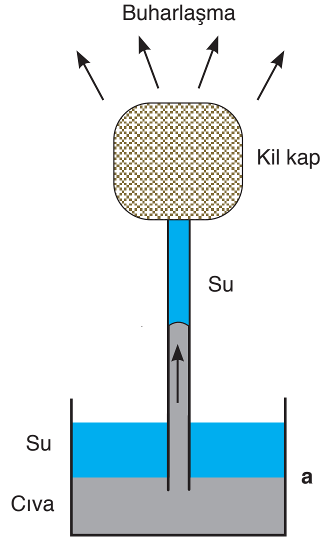
Sabahın erken saatlerinde yaprak uçlarında çiğ tanesi gibi görünen damlacıkların oluşumuna kök basıncı neden olur. Bu damlacıklar, çiğ değildir. Çiğ, havadan yoğuşarak gelen sudur. Bu damlacıklar, su ve minerallerin kök basıncı etkisiyle yaprak kenarlarında bulunan ksilemlerle bağlantılı hidatodlardan dışarı atılması ile oluşur. Bu olay **gutasyon** olarak adlandırılır (Görsel 3.69). Gutasyonda su, kök basıncı ile yapraktan dışarı atılmaya zorlanır. Gutasyon olayı sırasında bitkide mineral ve tuz kaybı olur. Bu, suyun gövde içinde yukarı doğru taşınmasında etkili bir durumdur.


Görsel 3.69: Gutasyon

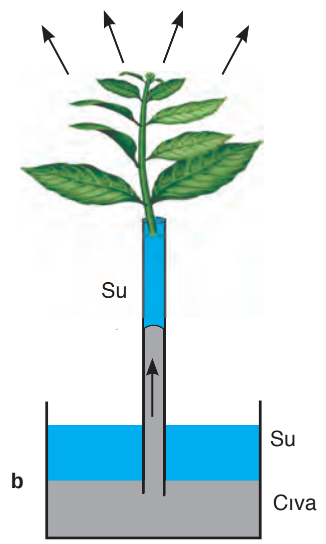
Kohezyon - Gerilim Teorisi

Terleme ile yapraktan buharlaşan bir su molekülü, ksilem içinde alt tarafta yer alan bir sonraki su molekülünü yukarı doğru çeker. Bu çekim gücü, yaprağın su kaybetmesi sonucu o bölgedeki ozmotik basıncın artması ile ortaya çıkar. Çünkü ozmotik basıncın artması, emme kuvvetini de artırır. Bu durum suyun yukarı doğru çekilmesine neden olur.

Su molekülü, kutupsal bir moleküldür. Bir tarafı negatifken diğer tarafı pozitiftir. İki su molekülünün karşıt yüklü tarafları, birbirini çeker. Bu sırada hidrojen bağı kurulur. Hidrojen bağı, su moleküllerini bir arada tutar. Moleküllerin bu şekilde birbirlerine bağlı kalma eğilimi **kohezyon** olarak adlandırılır. Benzer bir çekim, su molekülleri ile ksilem duvarını oluşturan selüloz molekülleri arasında gerçekleşir. Bu tip bir çekim **adhezyon** olarak adlandırılır. Su molekülleri ve selüloz molekülleri üzerindeki karşıt elektrik yükleri, birbirini çekerek ksilemin duvarlarında su tutan hidrojen bağlarını oluşturur. Adhezyon, kohezyona göre çok güçlü değildir. İnce bir su sütununu tutabilir. Terleme, kohezyon ve adhezyon sayesinde su molekülleri bir sütun hâlinde ksilemden yukarı doğru taşınır. Kök bölgesinde ksilemdeki su yukarı doğru çekilince de bu bölgede osmotik basınç artar ve topraktan su çekilir (Görsel 3.70, 71 a, b). Bu durum **kohezyon - gerilim teorisi** olarak adlandırılır. Suyun ksilemde kökten gövde ve yapraklara taşınması, tek yönlü gerçekleşir. Dar çaplı trakeitlerde su daha yükseklere taşınır. Ksilemde su taşınması sırasında enerji harcanmaz.

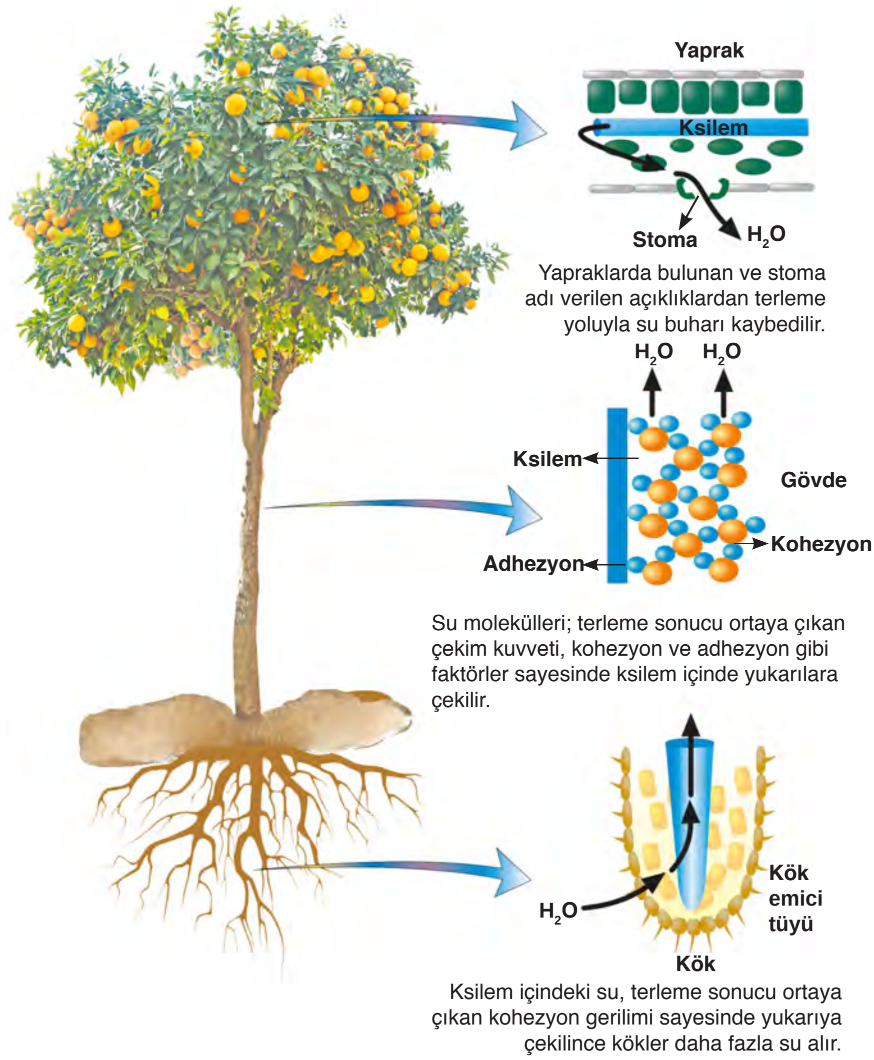


a) Kilden yapılmış kap ince boruya geçirilerek su ile doldurulmuştur. Cam boru, su ile dolu hâldeyken beher içindeki cıvanın içine daldırılmıştır. Kil kabın üzerinden buharlaşan su sonucu ortaya çıkan çekim kuvveti bir sütun hâlinde cıvanın yukarı doğru çekilmesini sağlamıştır.



b) Yaprakların terlemesi sonucuda benzer bir çekim kuvveti ortaya çıkar ve cıvanın bir sütun hâlinde yukarı çekilmesi sağlanır. Suyun bu hareket teorisine **kohezyon gerilim teorisi** adı verilir. Suyun gerilim altında kalmasını sağlayan kohezyon özelliğidir. Suyun adhezyon özelliği de suyun yukarı yönlü hareketinde çok önemli bir faktördür.

Görsel 3.71: Kohezyon gerilim teorisinin deney üzerinde gösterilmesi (a, b)



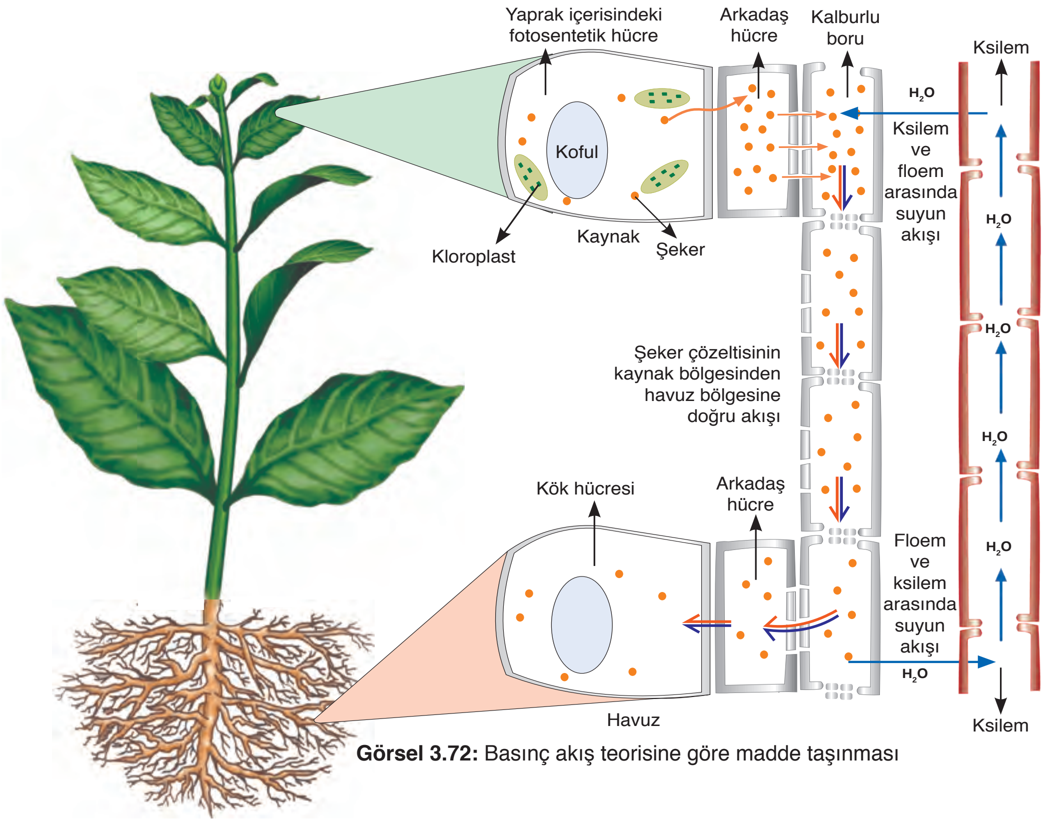
Görsel 3.70: Suyun kökten yapraklara taşınması

3.2.3. BİTKİLERDE FOTOSENTEZ ÜRÜNLERİNİN TAŞINMASI

Hücreler tarafından üretilen besinlerin ve metabolik faaliyetler için gerekli bazı maddelerin bitkide farklı bölgelere taşınması gerekir. Fotosentezle üretilen şekerler, floem vasıtasıyla taşınır. Şekerler, bazı hücrelerde fotosentezle üretilir. Fotosentez yapamayan hücrelere ise bu şekerin ulaştırılması gerekir. Şekerler enerji sağlamak için hücrelerde kullanılır ve enerji depolaması için nişasta da dâhil olmak üzere çeşitli moleküllere dönüştürülür. Farklı bölgelere gönderilen şekerler **floem öz suyu** adı verilen sulu bir çözeltide taşınır.

Basınç Akışı Teorisi

Bir yaprak, mezofil hücrelerinde fotosentezle ürettiği şekerleri kalburlu boruların çevresine doğru gönderir. Bu özellik yaprağın kaynak hâline gelmesini sağlar. **Kaynak**, şekerin fotosentez ya da nişastanın hidrolizi ile üretildiği bitki organıdır. Şekerler, arkadaş hücrelerine aktif yolla ATP harcanarak pompalanır. Arkadaş hücrelerinden de çeperdeki geçitler sayesinde kalburlu borulara aktif yolla ATP harcanarak gönderilir. Bu durum, kalburlu borulardaki şeker konsantrasyonunu artırır. Konsantrasyonun artışına bağlı olarak ozmotik basınç artar. Ozmotik basınç artışı, ksilemden osmoz yoluyla su çekilmesini sağlar. Çekilen suyun yarattığı basınç sayesinde sulu çözelti, su basıncının daha düşük olduğu kalburlu boru bölgelerine doğru kütle akışı ile akar. Bu durum **basınç akış teorisi** ile açıklanır. Şekerler, kalburlu borulardan çeperdeki geçitler sayesinde arkadaş hücrelere aktif yolla ATP harcanarak gönderilir. Arkadaş hücreleri de aktif yolla ATP harcayarak şekerleri kök hücrelerine pompalar (Görsel 3.72).



Görsel 3.72: Basınç akış teorisine göre madde taşınması

Kökte şekerin depolandığı organ **havuz** adını alır. Kökler, gövde uçları, gövdeler ve meyveler havuza örnek verilebilir. Şekerlerin kalburlu borulardan kök hücrelere geçmesiyle kalburlu borulardaki ozmotik basınç düşer. Bu durum, suyun osmozla tekrar ksileme dönmesini sağlar. Kalburlu borunun bu bölümündeki su basıncı düşer ve çözeltiler diğer bölümlerden akmaya devam eder.

Kirpi, tavşan ve kışın yiyecek arayan diğer memeliler; gövdeyi çevreleyen kabuk kısmını belirli yüksekliklerde beslenmek amacıyla kemirebilir. Bu türden bir yara, floem dokusuna zarar verir. Bu durumda floem öz suyunun köke doğru hareketi engellenir. Bitki kökleri, artık gövde ve yapraklardan gerekli maddeleri alamaz. Bitki bir süre sonra kökte depo ettiği nişastayı bitirir ve kök hücreleri canlılığını kaybetmeye başlar. Kök hücrelerinin canlılığını yitirmesiyle topraktan su ve mineral alımı durur. Yapraklara su ve mineraller ulaşmayınca fotosentez olayı aksamaya başlar ve durur. Bunun sonucu olarak yapraklar sararıp dökülmeye başlar.

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 3.6

Etkinliğin Adı: Bitkilerde su ve madde taşınması

Etkinliğin Amacı: Bitkilerde gerçekleşen su ve madde taşınmasını kavramak

Açıklama

- Sınıfınızda beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Beyaz gül veya karanfil, su, gıda boyası, bardak, fotoğraf makinesi

....

Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz. Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- Beyaz bir gül veya karanfil edininiz. Gıda boyası karıştırdığınız suya beyaz çiçeği yerleştiriniz. Bir süre bekletiniz. Gıda boyası eklenmiş suda beklettiğiniz çiçeğin renk değişimini gözlemleyiniz. Çiçeğin önceki ve sonraki hâlinin fotoğrafını çekiniz.

Sonuçlandırma

1. Çiçeğin gıda boyası karıştırdığınız suda bekletilmeden önceki ve sonraki fotoğraflarını karşılaştırınız?

....

....

2. Beyaz çiçeğin gıda boyası ile boyanmasını nasıl açıklarsınız?

....

....

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 3.7

Etkinliğin Adı: Bitkilerde su ve madde taşınması ile ilgili deney tasarlama

Etkinliğin Amacı: Bitkilerde su ve madde taşınmasını kavramak

Açıklama: Sınıfınızda beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz. Öğrendiğiniz bilgileri kullanarak bitkilerde su ve madde taşınması ile ilgili bir deney tasarlayınız. Tasarladığınız deneyde kullanacağınız araç gereci, etkinliğin süresini ve deneyin yapılışında takip edilecek yönergeyi aşağıdaki ilgili alanlara yazınız. Deneyi gerekli güvenlik tedbirlerini alarak uygulayınız.

Etkinliğin Süresi: Etkinliğin süresini tasarladığınız deneye göre belirleyiniz.

Araç Gereç: Araç gereci tasarladığınız deneye göre belirleyiniz.

....

Etkinliğin Yapılışı: Deneyin yapılış yönergesini yazınız.

....
....
....
....

Sonuçlandırma

1. Yaptığınız deneye göre bitkilerde su ve mineral taşınmasında en etkili mekanizma hangisidir?

....
....
....

2. Tasarladığınız deneyi arkadaşlarınızın tasarladıkları deneylerle karşılaştırınız.

....
....
....

3. Seçtiğiniz bitkilerde yaprak sayısının azaltılması su ve mineral taşıma hızını nasıl etkiler?

....
....
....

4. Seçtiğiniz bitkinin yapraklarının üst yüzeyini vazelin ile kapattığınızda bitkide su ve mineral taşıma hızı nasıl değişir?

....
....
....

3.
BÖLÜM

ANAHTAR KAVRAMLAR

- ÇİÇEK
- ÇİMLENME
- DORMANSİ
- DÖLLENME
- MEYVE
- TOHUM
- TOZLAŞMA
- ÜREME HÜCRELERİ

HAZIRLIK SORULARI

1. Birçok ağaç ve bitkinin çiçekleri neden göz alıcı renk ve şekildedir?

2. Bitkilerdeki meyvelerin genellikle tatlı, büyük ve farklı şekillerde olmasının nedenleri neler olabilir?

3. "Geleceğin tüm çiçekleri, bugünün tohumları içindedir." sözünden yola çıkarak ülkemize özgü tohumların korunması için neler yapılabilir?



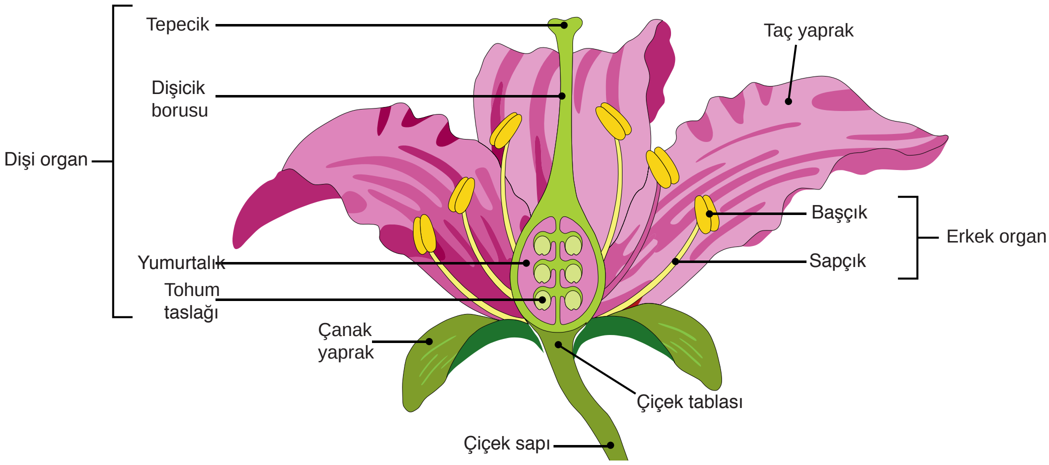
3.3. BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

Parklarda, bahçelerde, etrafta kimi zaman göz alıcı renkleriyle kimi zaman güzel kokularıyla dikkat çeken çiçekler; tohumlu bitkilerin üreme organıdır. Eşeyli üreyen bitkilerde mayoz ile oluşan hücrelere **üreme hücreleri** denir. Tozlaşma, döllenme, tohum ve meyve oluşumu gibi olaylar çiçekte gerçekleşir. Tohumun içinde döllenme sonucu oluşmuş **embriyo** bulunur. Uygun koşullarda tohumun çimlenmesi ile yeni bir bitki meydana gelir.

3.3.1. ÇİÇEĞİN YAPISI VE KISIMLARI

Çiçekler, **çiçek sapı** denilen bir sürgünün ucunda yer alır. Kapalı tohumlu bir çiçeğin yapısı genel olarak dıştan içe doğru çanak yaprak, taç yaprak, erkek organ ve dişi organdan oluşur (Görsel 3.73). Bu yapılar değişime uğramış yapraklardır.

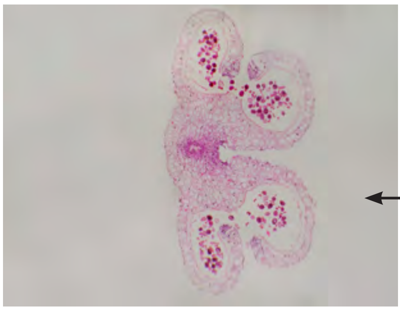
Çanak yaprak, çiçeğin en dışında bulunur. Yeşil renkte olan bu yapraklar, fotosentez yapabilme yeteneğine sahiptir. Çiçek tomurcuk hâlindeyken iç kısımdaki organları korumakla görevlidir. Çanak yaprakların iç kısmında genellikle parlak renkli tek ya da birkaç sıralı olan taç yapraklar bulunur. Taç yapraklar, renk ve görüntüsüyle böcekleri ve diğer tozlaştırıcı canlıları kendine çekerek tozlaşmaya yardımcı olur.



Görsel 3.73: Kapalı tohumlu bitkilerde çiçeğin yapısı

Çiçeğin kısımlarından erkek organların her biri **sapçık (flament)** ve **başçık (anter)** olmak üzere iki bölümden oluşur. Sapçık, başçıkları taşıyan yapılar olup çiçek tablasına bağlanmıştır. Başçıkta erkek üreme hücrelerini taşıyan polenler üretilir. Başçıktan bir kesit alındığında başçığın dört bölmeli bir yapıda olduğu gözlenir (Görsel 3.74). Bölmelerin her birinde polen keseleri bulunur. Çiçeğin en içte kalan son bölümünde dişi organ bulunur. Bir çiçekte bir veya daha fazla dişi organ bulunabilir. Dişi organ; yumurtalık, dişicik borusu ve tepecik olmak üzere üç kısımdan oluşur. **Yumurtalık (ovaryum)**, dişi organın alt kısmında bulunan genişlemiş yapıdır. Sayısı türe göre değişiklik gösterir. Yumurtalık içinde tohuma dönüşecek tohum taslakları bulunur. Yumurtalığın tepeciğe kadar uzanan boyun kısmına **dişicik borusu** denir (Görsel 3.75, 76).

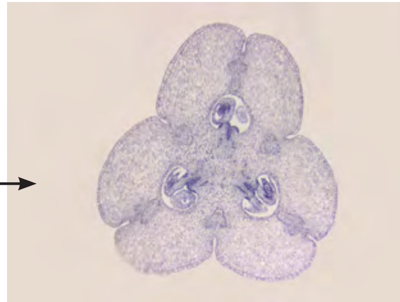
Dişicik borusunun üstünde bulunan kısma **tepecik (stigma)** denir. Tepecik, polenlerin tutunup çimlendiği nemli ve yapışkan bir yapıdır.



Görsel 3.74: Erkek organ başçığının mikroskobik görüntüsü (1000 μm)



Görsel 3.75: Erkek ve dişi organın çiçekteki görünümü



Görsel 3.76: Dişi organda yumurtalığın mikroskobik görüntüsü (1000 μm)

Çanak yaprak, taç yaprak, erkek ve dişi organ gibi yapıların hepsine sahip çiçeklere **tam çiçek** (hermafrodit) denir (Görsel 3.77). Safran, dağ lalesi, şeftali, erik gibi bitkiler tam çiçeğe sahiptir. Çiçek yapısında bu dört organdan bir veya daha fazlası eksik olan çiçekler **eksik çiçek** olarak adlandırılır. Ceviz, söğüt, kavak gibi bitkiler eksik çiçeğe sahiptir.

Eksik çiçek; sadece erkek organ taşıyorsa **erkek çiçek**, sadece dişi organ taşıyorsa **dişi çiçek** adını alır. Dişi ve erkek çiçekler, aynı bitki üzerinde bulunuyorsa böyle bitkilere **tek evcikli (monoik)** adı verilir. Kabak, kavun, karpuz, meşe, mısır, ceviz ve fındık gibi bitkiler örnek verilebilir.

Eğer erkek ve dişi çiçekler farklı bitkiler üzerinde bulunuyorsa böyle bitkilere **iki evcikli (dioik)** denir. Hurma, söğüt, kavak, incir ve kivi örnek verilebilir (Görsel 3. 78, 79, 80).



Görsel 3.77: Tam çiçek



Görsel 3.78: Kabak (Tek evcikli)



Görsel 3.79: Erkek incir (İki evcikli)



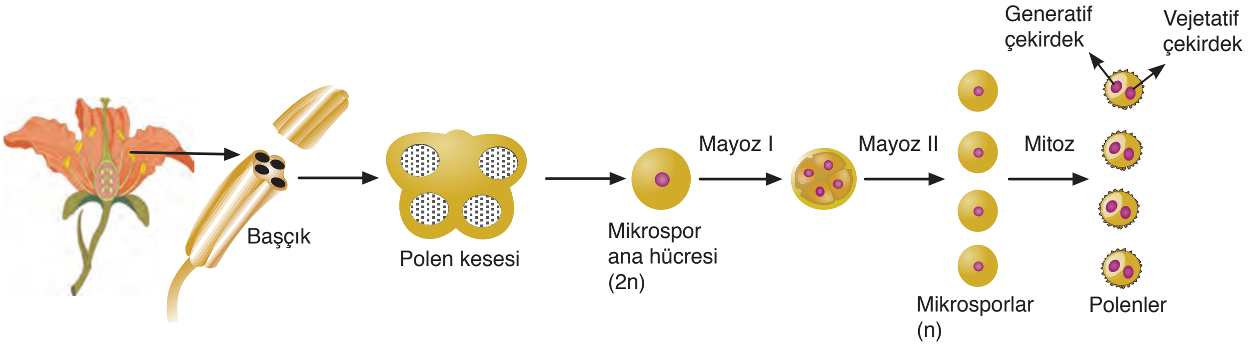
Görsel 3.80: Dişi incir (İki evcikli)

Çiçekli Bitkilerde Üreme Hücrelerinin Oluşumu

Erkek Üreme Hücrelerinin Oluşumu

Erkek üreme organının başçık kısmındaki polen keseleri içinde çok sayıda diploit (2n) kromozomlu polen ana hücresi (mikrospor ana hücresi) bulunur. Her bir polen ana hücresi, mayozla **mikrospor** adı verilen haploid (n) kromozomlu dört hücre meydana getirir.

Her mikrospor çekirdeğinin mitoz geçirmesiyle de ikişer çekirdekli polenler oluşur (Görsel 3.81). Polen çekirdeklerinden biri döllenmede görev alan **üretken (generatif) çekirdek**, diğeri polen tüpünün oluşumunu sağlayan **tüp (vejetatif) çekirdektir.**



Görsel 3.81: Çiçekli bitkilerde polen oluşumu

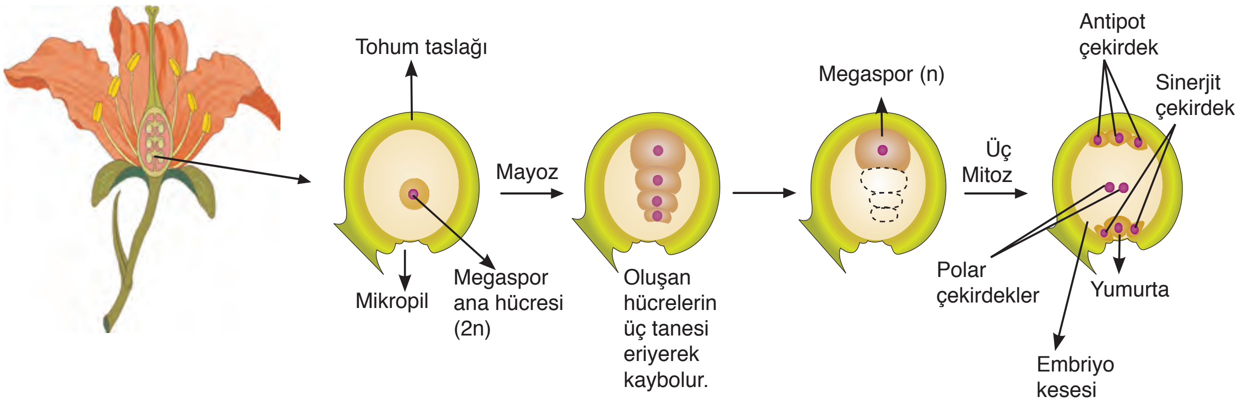


Görsel 3.82: Farklı bitkilere ait polenler

Bitkilerde polen yapısı; şekil, renk ve yapı bakımından türe özgü özellik gösterir (Görsel 3.82). Polen yapısı, türe özgü olmasından dolayı bitkilerin sınıflandırılmasında kullanılır. Rüzgârla tozlaşan bitkilerin polenleri, genellikle hafif ve düz yüzeyli; böcek, kuş vb. canlılarla tozlaşan bitkilerin polenleri ise daha ağır, desenli ya da çıkıntılı bir yapıya sahiptir**.**

Dişi Üreme Hücresinin Oluşumu

Çiçeğin yapısında bulunan yumurtalığın içinde bir ya da daha çok tohum taslağı bulunur. Tohum taslağında diploid kromozomlu megaspor ana hücreleri yer alır. Bu hücreler, mayozla haploid kromozomlu dört megaspor hücresini oluşturur. Genellikle bu dört megaspor hücresinin üçü eriyip yok olur. Geriye kalan megaspor, büyümeye devam eder. Megasporun çekirdeği, sitokinez olmaksızın art arda üç kez mitoz geçirerek sekiz haploit çekirdekli büyük bir hücre oluşturur. Bu oluşan 8 çekirdek, tohum taslağı içinde değişik yerlere dağılır. 2 tanesi tohum taslağında ortaya gelir ve **polar çekirdekleri** oluşturur. Ovaryum açıklığının (mikropil) ters yönünde bulunan 3 çekirdeğe **antipot çekirdek** denir. Ovaryum açıklığının olduğu tarafta bulunan üç çekirdekten ortada olan, yumurta hücresidir. Yumurta hücresinin iki yanında bulunan çekirdeklere de **sinerjit çekirdek** denir. Tohum taslağının döllenmeye hazır hâle geldiği sekiz çekirdekten oluşan bu yapıya **embriyo kesesi** denir (Görsel 3.83).



Görsel 3.83: Çiçekli bitkilerde yumurta hücresinin oluşumu

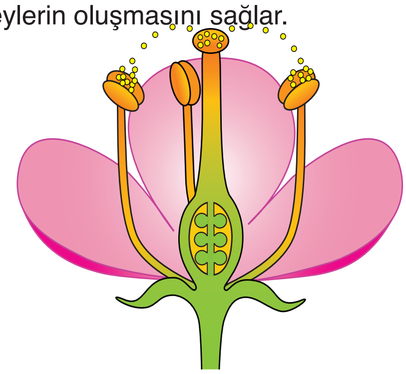
Tozlaşma

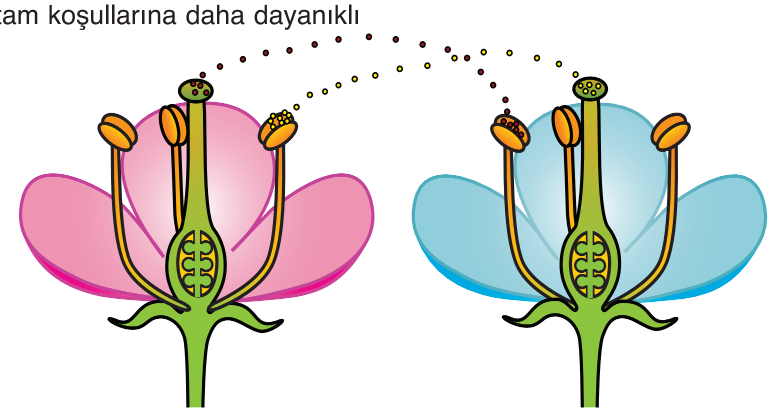
Çiçekli bitkilerde polenlerin çoğunun dişicik tepesine ulaşması canlı ya da cansız tozlaştırıcılar aracılığıyla gerçekleşir. Çiçekte bulunan erkek organın başçığındaki polen gelişimi tamamlandıktan sonra polen kesesi patlar. Patlamayla açığa çıkan polenlerin rüzgâr, su, böcek, yarasa, kuş gibi etkenlerle dişi organın tepeciğine taşınmasına **tozlaşma** denir (Görsel 3.84 a, b, c). İnsan eliyle yapılan tozlaşma ise **suni tozlaşma** olarak adlandırılır. Rüzgârla tozlaşan bitkilerde çok sayıda polen üretilir. Bu bitkilerin çiçekleri genellikle gösterişsiz ve küçük yapıdadır. Polen sayısının çok olması, rastgele tozlaşmayı kolaylaştırır. Örneğin buğday, ceviz, çam, kavak, söğüt, meşe ve çimlerde rüzgârla tozlaşma görülür. Suyla tozlaşan bitkilerin polenlerinde hava boşlukları bulunur. Bu boşluklar sayesinde polenler suya batmadan daha kolay taşınır.



Görsel 3.84: Çiçeklerin tozlaşmasını sağlayan faktörler a) kuş, b) rüzgâr, c) arı

Çiçekli bitkilerin büyük bir kısmında tozlaşma; böcek, kuş ve yarasa gibi diğer tozlaştırıcı hayvanlarla gerçekleşir. Bu bitkilerin çiçekleri; salgıladıkları değişik kokularla, ürettikleri bal özü gibi maddelerle, parlak ve güzel renkleriyle, tozlaştırıcı hayvanları kendine çeker. Örneğin bal arıları beslenmek için polen ve bal özüne gereksinim duyar, bitkiler ise polenlerini yaymak için bir dölleyiciye ihtiyaç duyar. Bal arıları ile tozlaşan bitkiler, hoş ve tatlı kokular salarak arıları kendilerine çeker. Güve ve yarasalarla tozlaşan çiçekler, çoğunlukla beyaz ya da sarı renkli ve hoş kokuludur. Güveler ve yarasalar, gece aktif olduğu için bu çiçekler de gece açar. Bitkilerde tozlaşmayı kolaylaştırıcı bu özellikler tozlaşmayı artırmak için geliştirilmiş adaptasyonlardır. Bitkilerde tozlaşma iki şekilde gerçekleşir. Bir çiçekte bulunan polenin aynı çiçeğin dişi organının tepeciğine ulaşması ile gerçekleşen tozlaşmaya **kendi kendine tozlaşma** denir (Görsel 3.85). Bitkide bu şekilde tozlaşma oluşabilmesi için erkek ve dişi gametlerin üretiminin aynı zamana rastlaması gerekir. Bu tür bitkilerin çoğunda kendi kendini döllemeyi önleyen çeşitli uyumlar gelişmiştir. Örneğin bu bitkilerde dişi ve erkek üreme hücreleri farklı zamanlarda oluşturulur. Bu durum farklı ebeveynlerden gelen üreme hücrelerinin birleşmesini sağlar ve daha fazla genetik çeşitlilik ortaya çıkar. Bir çiçeğin dişi organının tepeciğine kendi türünden başka bir bitkiye ait polenlerin gelmesiyle gerçekleşen tozlaşmaya **çapraz tozlaşma** denir (Görsel 3.86). Çapraz tozlaşma, aynı türün farklı bireyleri arasında gerçekleştiği için genetik çeşitlilik artar. Genetik çeşitliliğin artması, değişen ortam koşullarına daha dayanıklı bireylerin oluşmasını sağlar.

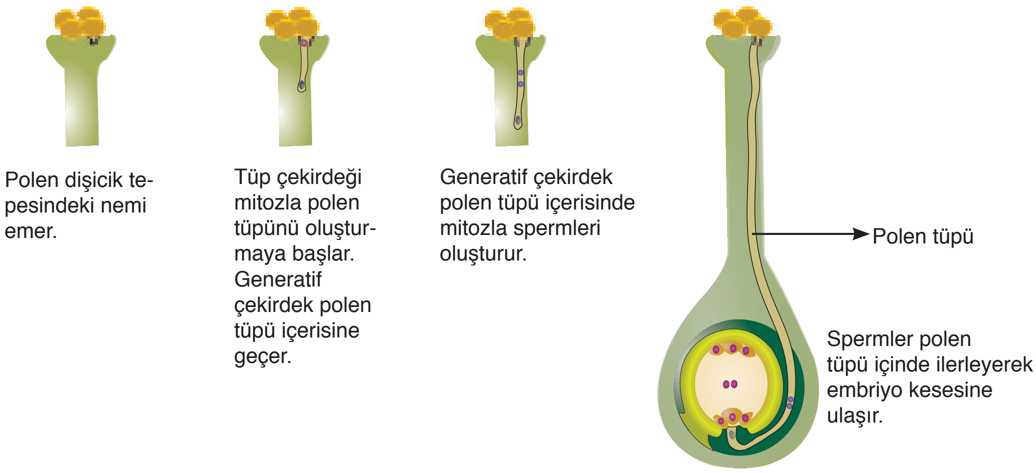

Görsel 3.85: Kendi kendine tozlaşma


Görsel 3.86: Çapraz tozlaşma

3.3.2. ÇİÇEKLİ BİTKİLERDE DÖLLENME, TOHUM VE MEYVE OLUŞUMU

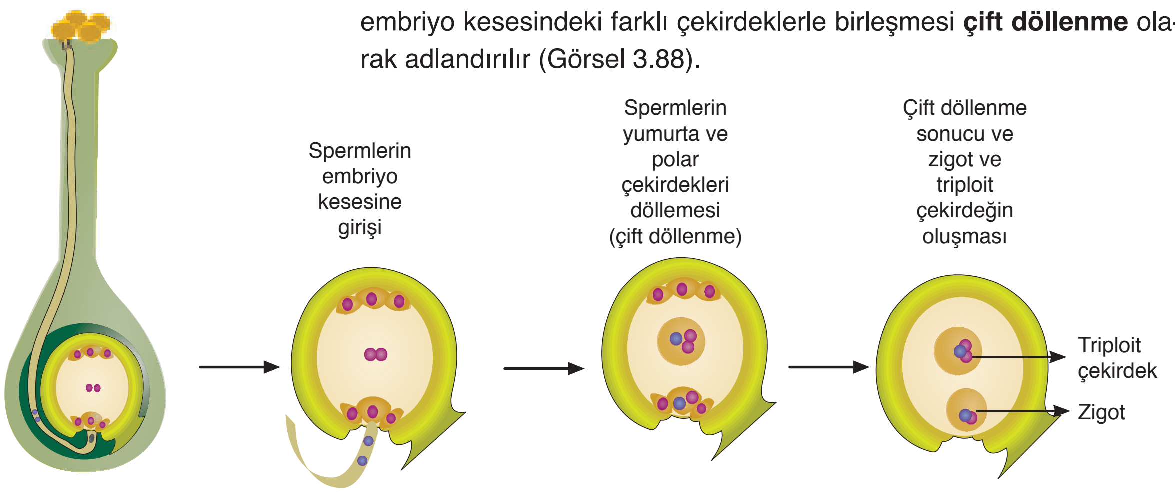
Döllenme

Tozlaşmayla dişi organın tepeciğine taşınan polen, nemli ve yapışkan olan tepeciğin üzerinde çimlenir. Polenin yapısında bulunan tüp çekirdeği, dişicik borusunun içine doğru uzanarak polen tüpünü oluşturur (Görsel 3.87). Bu tüpün içine alınan generatif hücre, polen tüpünde ilerlemeye başlar. Generatif hücre, polen tüpünde ilerlerken mitozla bölünür ve iki sperm oluşturur. Yumurtalığa doğru uzanan polen tüpü, tohum taslağının **mikropil** denilen açıklığından geçer ve sperm çekirdeklerini embriyo kesesine aktarır.



Görsel 3.87: Polen tüpü oluşumu

Spermlerden birinin yumurtayı dölleyerek 2n kromozomlu zigotu oluşturmasına **döllenme** denir. Döllenme sonucu oluşan zigotun gelişmesiyle bitki embriyosu meydana gelir. Diğer sperm ise embriyo kesesinin merkezinde yer alan iki polar çekirdek ile birleşerek triploit (3n kromozomlu) çekirdeği oluşturur. Triploit çekirdek, tohumda besin maddelerini depo eden endospermi (besi doku) oluşturur. İki sperm çekirdeğinin embriyo kesesindeki farklı çekirdeklerle birleşmesi **çift döllenme** olarak adlandırılır (Görsel 3.88).

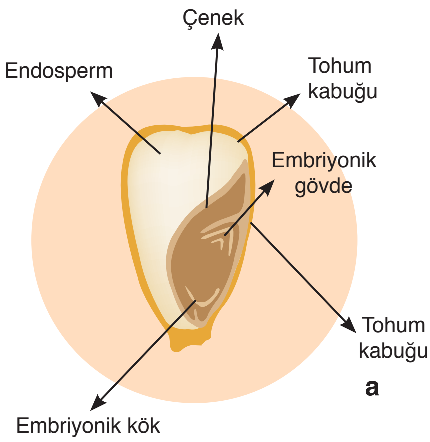


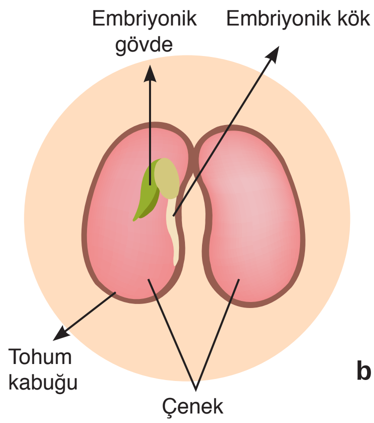
Görsel 3.88: Çift döllenme

Tohum Oluşumu

Çift döllenmeden sonra tohum taslağının olgunlaşıp farklılaşması ile oluşan yapıya **tohum** denir. Tohum, bitkinin türüne göre değişen oranlarda protein, yağ, nişasta vb. depolar. Bir tohum dıştan içe doğru **tohum kabuğu**, **besi doku (endosperm)** ve **embriyo** olmak üzere üç kısımdan oluşur.

Tohum taslağı örtüsünün gelişmesiyle oluşan tohum kabuğu, tohumu dış etkilerden ve uygun olmayan çevre koşullarından korur. Embriyo ve besin kaynakları, sert bir tohum kabuğu tarafından sarılır. **Endosperm** kapalı tohumlu bitkilerde polar çekirdeklerin döllenmesi ile oluşan triploid 3n kromozomlu hücrelerden oluşur. Endosperm, çimlenme sırasında embriyonun kullanacağı besin maddelerini depolar. Döllenme ile oluşan zigot, mitozla gelişerek embriyoyu oluşturur. Embriyonun yapısında; **embriyonik kök**, **embriyonik gövde** ve **çenek** adı verilen yapılar bulunur. Tohumlu bitkilerde embriyoyu kaplayan etli kısma **çenek** denir. Çenek, endospermden aldığı besini embriyoya aktarır. Tohum taslağında bir çenek bulunduran bitkilere **tek çenekli,** iki çenek bulunduran bitkilere ise **çift çenekli bitkiler** denir (Görsel 3.89). Embriyonik kökün gelişmesiyle bitkinin kök sistemi oluşur. Embriyonik gövdenin gelişmesi ile de sürgün sistemi oluşur. Fasulye gibi bazı çift çenekli bitkilerde endospermde bulunan besin maddeleri, tohumun gelişimi tamamlanmadan önce çeneklere gönderilir. Böyle bitkilerde çimlenme için gerekli besin, çeneklerden sağlanır.





Görsel 3.89: a) Tek çenekli, b) Çift çenekli bitkilerin tohum yapısı

Meyve Oluşumu

Döllenmeden sonra tohum taslağı tohuma dönüşürken yumurtalık da meyveye dönüşür. Meyve, yumurtalığın gelişip farklılaşmasıyla oluşan, tohumların korunmasını ve yayılmasını sağlayacak şekilde özelleşmiş yapılardır. Döllenme ile başlayan hormonal değişiklikler, meyve oluşumunu sağlar. Yumurtalık gelişirken çiçeğin diğer kısımları solar ve dökülür. Döllenme olmazsa çiçeğin bütün kısımları solar ve dökülür. Meyve uyku hâlindeki tohumların korunmasında ve yayılmasında etkilidir.

Meyveler; basit meyve, küme meyve ve bileşik meyve olmak üzere üç gruba ayrılarak incelenir.

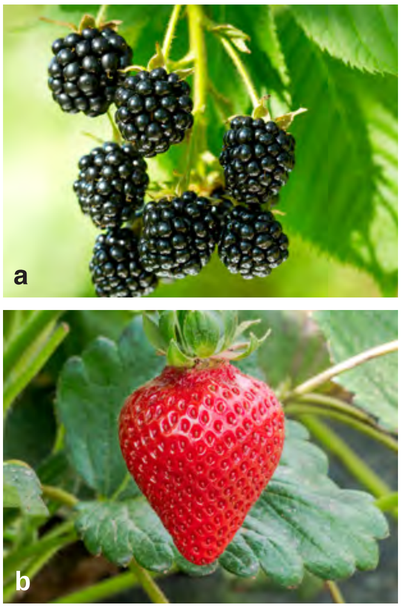
Basit Meyve: Bir çiçeğe ait tek bir yumurtalığın gelişmesiyle oluşan meyveye **basit meyve** denir. Örneğin portakal, limon, kiraz, kayısı, üzüm, erik, bezelye ve bakla gibi meyveler basit meyvelerdir (Görsel 3.90).


a


b


c

Görsel 3.90: Basit meyveler a) Kayısı, b) Kiraz, c) Üzüm



Görsel 3.91: Küme meyveler a) Böğürtlen, b) Çilek



Görsel 3.92: Bileşik meyve ananas

Küme meyve (agregat): Bir çiçeğe ait birbirinden ayrı yumurtalıkların bir bütün olarak gelişmesiyle oluşan meyvelerdir. Örneğin çilek, dut, böğürtlen gibi meyveler küme meyvelerdir (Görsel 3.91 a,b).

Bileşik Meyve: Bir çiçek sapına bağlı birden fazla çiçeğe ait yumurtalıkların bir bütün olarak gelişmesiyle meydana gelen meyvelere **bileşik meyveler** denir. Ananas örnek verilebilir (Görsel 3.92).

Bitkilerin üreme ve yayılmasında meyveler önemli bir yere sahiptir. Meyvelerin sahip olduğu görünüm, renk, tat gibi çeşitli farklılaşmalar tohumların yayılmasını kolaylaştır. Çiçekli bitkilerde tohum ve meyvelerin farklı yaşama alanlarına dağıtılması neslin devamı açısından gereklidir. Meyvelerin ve tohumların ana bitkiden daha uzak mesafelere yayılması rüzgâr, su, hayvan ve insanlar aracılığıyla gerçekleşir. Bazı hayvanların meyve ile beslenmesi, tohumların uzak mesafelere taşınmasında önemli bir etkendir.

Bitkilerde tohumun yayılmasını kolaylaştırmak için çeşitli adaptasyonlar gelişmiştir. Bitkilerin meyveleri, hayvanların birçoğu için besin kaynağıdır. İncir, üzüm ve kiraz gibi etli meyvelerin tohumları, bu meyvelerle beslenen hayvanların bağırsaklarında sindirilemediği için dışkıyla çok uzaklara taşınabilir.

Kemirgen ve karınca gibi hayvanların yer altına taşıdığı meyve ve tohumların bazıları burada kalır, uygun koşullar oluştuğunda çimlenir. Örneğin sincaplar; ceviz, fındık, meşe palamudu, badem gibi kabuklu yemişleri tek tek toprağa gömer. Sincaplar, toprağa sakladıkları tohumların bir kısmını bulamaz. Toprak altında kalan bu tohumlar çimlenerek yeni fidanlar oluşturur (Görsel 3.93 a, b).



Görsel 3.93: a) Sincap ile b) Kuş ile yayılan çeşitli bitki tohumları



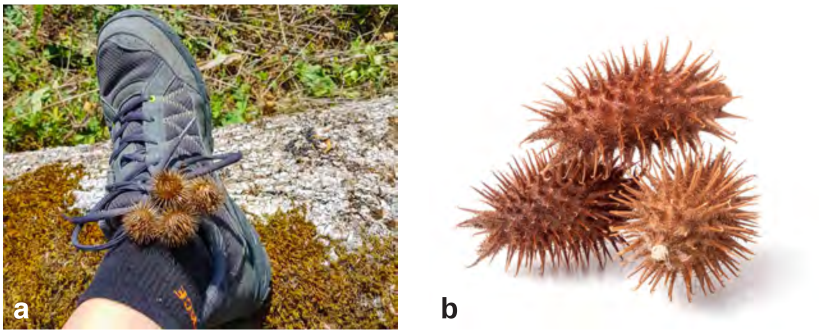
Görsel 3.94: Akçaağaç tohumu

Bazı bitkilerin tohumlarında rüzgârda uçmasını sağlayacak kanat veya paraşüt benzeri yapılar bulunur (Görsel 3.94). Bu yapılar sayesinde tohumlar rüzgârın etkisiyle çevreye yayılır. Karahindiba, ipekotu ve akçaağaç tohumları bu şekilde yayılır.

Soya fasulyesi, bezelye, bakla gibi bazı bitkilerin tohumları meyve kabuğunun kuruyup açılması sonucu çevreye yayılır (Görsel 3.95). Bazı meyveler ise çengelli, dikenli, tüylü veya yapışkan yüzeyleri sayesinde hayvanların kürklerine, kuşların tüylerine veya insanların kıyafetlerine tutunarak taşınır (Görsel 3.96).



Görsel 3.95: Soya fasulyesi tohumları



Görsel 3.96: a) Devedikeni, b) Pıtrak tohumu

Hindistan cevizi gibi bazı meyve türleri, suyla taşınarak yayılır (Görsel 3.97). İnsanlar tarafından bitkilerin tohum, meyve gibi kısımları; besin, giyecek, ilaç, kozmetik ya da süs amacıyla bir yerden başka bir yere taşınır. Böylece toprağa bağlı olarak yaşayan bitkilerin tohumları, yeryüzünün çeşitli yerlerine yayılır.



Görsel 3.97: Hindistan cevizi

3.3.2. DORMANSİ VE ÇİMLENME

Dormansi

Tohum oluşumunun sonlarına doğru tohum içindeki su oranı %15'in altına düşer. Su miktarının azalması ile embriyonun gelişimi durur ve embriyo çimlenme zamanına kadar **dormansi (uyku hâli)** durumunda kalır. Dormanside metabolik hız çok yavaşlar ve embriyo büyümez. Bazı türlerde parçalanmamış tohum kabuğu da dormansiye neden olur. Bitki tohumlarında dormansi olumsuz çevre koşullarına karşı geliştirilmiş bir adaptasyondur. Dormansinin süresi bitkinin türlerine bağlı olarak farklılık gösterir. Bir tohumun dormanside kalma süresi ve çimlenme yeteneğini koruması bitki türüne ve çevresel faktörlere göre değişebilir. Bu süre birkaç gün kadar kısa olabileceği gibi gibi birkaç yıl da olabilir. Bitkinin çimlenmesi için dormansinin kırılması, bitkinin yetiştiği çevre koşullarıyla bağlantılıdır. Çevresel faktörler uygun hâle geldiğinde tohum dormansi evresinden çıkar ve çimlenir.

Çimlenme

Olgunlaşmış bir tohumdaki embriyonun uygun koşullarda yeni bitkiyi oluşturmak üzere tohum kabuğunu çatlatarak dışarı çıkıp gelişmesine **çimlenme** denir.

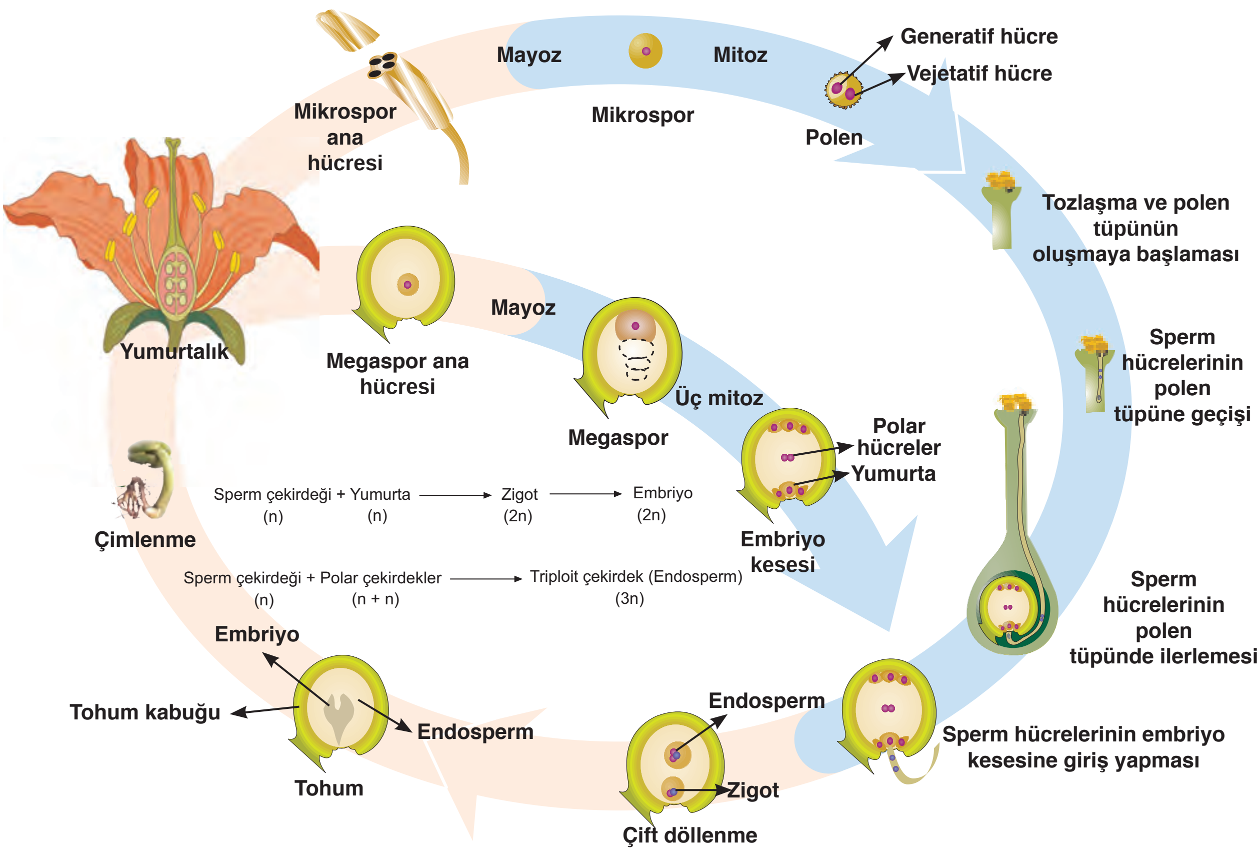
Çimlenmenin gerçekleşmesi için ortamda yeterli miktarda su, oksijen bulunması ve sıcaklığın uygun olması gerekir. Uygun koşullarda osmozla su alan tohumun hacmi artar ve tohum kabuğu çatlar.

Tohumun su alması embriyoda metabolik değişiklikler başlatır. Su alan tohum genişler ve tohum kabuğu çatlar. Suyun alınmasından sonra enzimler, çenek ve besi dokudaki besin maddelerini sindirmeye başlar. Besin maddeleri ile embriyonun büyüyen kısımlarındaki hücrelerin bölünüp çoğalması için gerekli enerji sağlanır. Mitozla çoğalan embriyo hücreleri, farklılaşarak embriyonik kök ve embriyonik gövdenin gelişmesini sağlar. Tohum kabuğundan önce embriyonik kök çıkar ve yer çekimi yönünde toprak içinde büyüyerek bitkinin kökünü oluşturur. Sonra gövde çıkar. Gövde ve yapraklar toprak üstünde gelişir (Görsel 3.98).



Görsel 3.98: Tohumun çimlenmesi a) Çift çenekli fasulye, b) Çift çenekli bezelye, c) Tek çenekli mısır

Kapalı tohumlu bitkilerin eşeyli üreme ile ilgili infografik aşağıdaki gibidir (Görsel 3.99).



Görsel 3.99: Kapalı tohumlu bitkilerde eşeyli üreme ile ilgili infografik

Çimlenmeye Etki Eden Çevresel Faktörler

Tohumun çimlenmesinde genetik ve çevresel faktörler etkili olur. Çevresel faktörlerin en önemlileri; sıcaklık, su ve oksijendir. Bazı bitki tohumları, çimlenmek için ışığa ihtiyaç duyar.

Sıcaklık: Birçok bitki tohumu belirli bir sıcaklık aralığında çimlenir. Sıcaklık, enzimlerin çalışma hızında ve tohumun su almasında etkilidir. Çimlenme için diğer koşullar uygun olsa bile minimum bir sıcaklığın altında veya maksimum bir sıcaklığın üstünde çimlenme gerçekleşmez. Soğuk ortamlarda çimlenme yavaştır. Çimlenme için gerekli olan sıcaklık, bitki türlerine göre farklılık gösterir. Bitkinin türüne bağlı olarak sıcaklığın belli bir değere kadar yükselmesi çimlenme hızını artırmaktadır.

Su: Tohumun çimlenmesi için ortamda yeterli miktarda su olması gerekir. Tohuma alınan su; metabolik faaliyetleri hızlandırır, enzim faaliyetlerini başlatır. Yeterli suyun olduğu ortamlarda tohum çimlenerek gelişir. Tohumun çimlenmesi için gerekli olan su, çimlenme sonrası bitkinin büyümesi için de gereklidir.

Oksijen: Çimlenme sırasında metabolik faaliyetlerin gerçekleşmesi için enerji gereklidir. Embriyonun gelişimi için ihtiyaç duyulan enerji, çeneklerdeki besinlerin oksijenli solunumla parçalanması ile sağlanır. Yeterli oksijenin olmadığı ortamlarda çimlenme süresi uzar veya çimlenme gerçekleşmeyebilir. Tohumun çimlenmesi sırasında ortamdaki su miktarı çok olursa tohum yeterli oksijen alamaz ve çimlenme durur.

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 3.8

Etkinliğin Adı: Tohumun çimlenmesini etkileyen faktörler

Etkinliğin Amacı: Sıcaklığın çimlenmeye etkisini açıklamak

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç: Petri kabı, pamuk, fasulye, su, buzdolabı

Uygulama

- Sınıfınızda beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz. Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- İki ayrı petri kabına bir miktar pamuk yayınız. Özdeş kuru fasulye tohumlarını yerleştiriniz. Üzerlerini tekrar pamukla kapatınız. Aynı miktarda su ekleyiniz. Petri kaplarından birini buzdolabında diğerini ışık almayan bir odada bekletiniz. Aralıklarla pamuklara su ilave ediniz. 3 - 5 gün sonra tohumların çimlenme durumlarını gözlemleyiniz.

Sonuçlandırma

1. Oda sıcaklığında ve buzdolabında bekletilen tohumların 3 ve 5. günün sonunda çimlenme durumlarını karşılaştırınız.

....

2. Çimlenme ile sıcaklık arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

....
.

ETKİNLİK: *Deney*

Etkinlik No. : 3.9

Etkinliğin Adı: Tohumun çimlenmesi ile ilgili deney tasarlama

Etkinliğin Amacı: Çimlenmeye etki eden faktörleri tespit etmek

Açıklama: Öğrendiğiniz bilgileri kullanarak tohumun çimlenmesinde çevresel faktörlerin etkisi ile ilgili bir deney tasarlayınız. Tasarladığınız deneyde kullanacağınız araç gereci, etkinliğin süresini ve deneyin yapılışında takip edilecek yönergeyi aşağıdaki ilgili alanlara yazınız. Deneyi gerekli güvenlik tedbirlerini alarak uygulayınız

Süre: Etkinliğin süresini tasarladığınız deneye göre belirleyiniz. ....

Araç Gereç: Araç gereci tasarladığınız deneye göre belirleyiniz.

....

Etkinliğin Yapılışı: Deneyin yapılış yönergesini yazınız.

....

....

....

....

....

....

Sonuçlandırma

1. Tasarlayıp uyguladığınız deneyinizin aşamalarını fotoğraflayınız ve arkadaşlarınızın deneyleriyle karşılaştırınız.

....

....

....

....

....

....

2. Tasarladığınız ve uyguladığınız deneye göre tohumun çimlenmesinde hangi faktörler etkili olmuştur?

....

....

....

....

....

....

....

....

OKUMA PARÇASI

KANTARON YAĞI

Kantaron [*Hypericum perforatum* (Hayperikum perforatum)] ülkemizde kan otu, yara otu, sarı kantaron, kılıç otu ve mayasıl otu gibi isimlerle de anılır. Yaklaşık 700 yıldır insanlar tarafından kullanılan, neredeyse her yörede yetişebilen ve üzerinde sarı renkli çiçeklerin açtığı faydalı bir bitkidir. Bahar mevsiminde filizlenen çiçekleri, sonbaharın bitimine doğru dökülmeye başlar. Özellikle köklerinden ve çiçeklerinden faydalanılan bu bitkinin sağlığa faydaları, azımsanamayacak kadar çoktur. Kantaron çiçeği; karoten, uçucu yağlar, C vitamini, reçine, flavon, bazı acı maddeler, zamk ve hiperisinin bileşiminden oluşmaktadır. İlgili bileşenler, kantaron çiçeği üzerine yapılan araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir ve bunların dışında başka bileşenler de mevcuttur.

Kantaron Yağının Faydaları

Hücre yenileyici özelliğiyle özellikle yara ve yanıklarda oldukça etkilidir. Zeytinyağı ve kantaron çiçekleri ile hazırlanan kantaron yağı, hem kantaron bitkisinin hem de zeytinyağının şifasını bünyesinde barındırmaktadır. Eski çağlardan beri kullanılan kantaron yağının mikrop öldürücü ve damar büzücü etkisi, modern araştırmalarla da kanıtlanmıştır.

Bu mucizevi yağ; antiseptik, kanama durdurucu, yara ve yanık iyileştirici, iltihap önleyici birçok özelliği bünyesinde barındırmaktadır. Hem haricen hem de içilerek hastalıkların tedavisinde kullanılan bu kırmızı yağın yangıları önleyici ve iyileştirici etkisi de vardır. Yağın rengi ve etkisi, kırmızı renkli bir diantron pigment olan hiperisinden kaynaklanır. Kantaron yağı, her türlü yaralarda başarıyla kullanılmaktadır. Açık yaralar, taze yaralanmalar, kesikler, ezikler, çarpmalar sonucu oluşan morluklar vb. durumlarda iyileşme sağlar. Yanıklarda kantaron yağı, kısa sürede yanıkları iyileştirdiği gibi yanık anındaki acıyı da dindirir. Yanığın mikrop kapmasını ve yanıkta iltihap oluşumunu engeller. 1/10 oranında ardıç veya kekik yağı (ya da her ikisi de) eklenen kantron yağı; masaj yağı olarak sırt ağrıları, lumbago, siyatik ve romatizma ağrılarında kullanılmaktadır.

Kantaron Yağının Hazırlanması

Güneşli havada toplanan genç çiçekler, hafifçe ezilerek şeffaf bir cam şişenin veya kavanozun boğazına yakın bölümüne kadar doldurulur. Üstüne sızma zeytinyağı eklenir ve mayalanma süreci tamamlanana kadar (3 - 4 gün) kapağı açık olarak güneşte bekletilir. Sonra kapağı kapatılır ve arada bir çalkalanarak 3 - 5 hafta güneşte bekletilir. Çok güzel bir kırmızı renk kazanan yağ; iki kat tülbentten geçirilerek süzülür, çiçek posaları da sıkılır. Kantaron yağı, koyu renkli şişelerde ve çok sıcak olmayan ortamda saklanır. 2 - 3 yıl boyunca tazeliğini ve etki gücünü muhafaza eder. Kantaron yağının yaygın olarak kullanıldığı ülkemizde yatak yarası oluşmuş hastalara komşuları kantaron yağını tavsiye ederler hatta varsa bu yağı getirip verirler.





(Düzenlenmiştir.)

Arşiv Kaynak Tarama Dergisi . Archives Medical Review Journal 2015;24(4):578 - 591.

3. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Hücreleri küçük, ince zarlı, bol sitoplazmalı ve büyük çekirdekli olan bitki dokusu............................... olarak adlandırılır.

2. Kök ve gövde ucunda bulunan .... bitkinin boyca uzamasını sağlar.

3. .... hormonların etkisiyle yeniden bölünme yeteneği kazanarak sekonder meristemi oluşturur.

4. Odunsu gövdedeki .... alttaki canlı hücrelerin solunumu için O_2'yi içeri alır, CO_2'yi dışarı atar.

5. Farklılaşması en az düzeyde olan .... hücrelerinden uygun koşullarda bütün bir bitki oluşturmak mümkündür.

6. .... bitkide uzaması devam eden ve gelişen çiçek sapı, yaprak sapı, genç gövde ve sürgünlerin genç kısımlarına mekanik destek sağlar.

7. .... hücreleri fındık, ceviz, badem gibi tohumların kabuklarında; şeftali, kayısı, erik gibi meyvelerin çekirdeklerinde; ayva ve armut gibi meyvelerde bulunur.

8. Ksilemde bulunan ....ve .... uzun mesafeli su taşınmasında görevli kılcal borulardır.

9. .... madde taşınması çift yönlüdür ve madde taşınma hızı ksilemdekine göre daha yavaştır.

10. Epidermis hücrelerinin dış çevreye bakan özelleşmiş çeperlerinde bu hücrelerin bir salgısı ile oluşan mumsu .... tabakası bulunur.

11. Epidermis hücrelerinin farklılaşmasıyla ...., ... ve .... gibi yapılar oluşur.

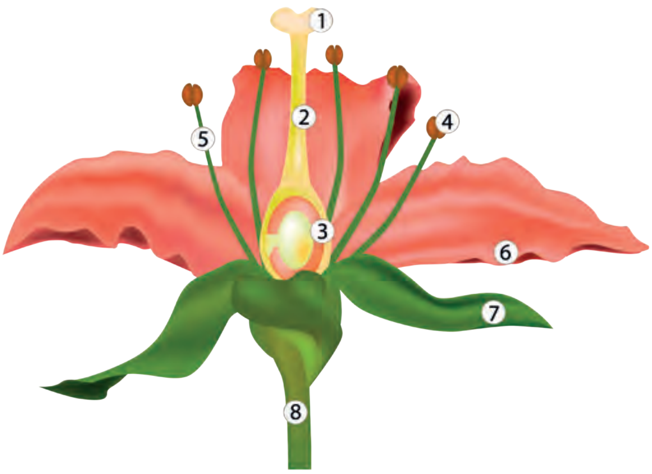
12. Kurak ortam bitkilerinde stomalar genellikle yaprağın .... yüzeyinde yoğun olarak bulunur.

B) Aşağıdaki A bölümünde numaralar ile verilen yönergeleri, B bölümünde harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz.

13. Çift çenekli, odunsu bir bitkiye ait verilen kısımları bulundukları bitki organı ile eşleştiriniz.

A	B
1. Emici tüy (.........)	a. Kök
2. Kütikula (.........)	b. Gövde
3. Özümleme parankiması (.........)	c. Yaprak
4. Endodermis (.........)	
5. Lentisel (.........)	
6. Periskl (.........)	
7. Kaspari şeridi (.........)	
8. Stoma (.........)	

14. Aşağıda verilen çiçekteki numaralandırılmış bölgeleri tablodaki yapılarla eşleştiriniz.



a. Çiçek sapı (.........)
b. Taç yaprak (.........)
c. Dişicik tepesi (.........)
ç. Sapçık (.........)
d. Yumurtalık (.........)
e. Çanak yaprak (.........)
f. Dişicik borusu (.........)
g. Başçık (.........)

C) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

15. Aşağıda verilen fonksiyonlara bakarak bu fonksiyonların hücre tiplerini belirleyiniz.

Hücre tipi	Fonksiyon
1.	Fotosentez, depolama, iletim ve salgılama
2.	Yapraklar, çiçekler ve büyüyen bitki parçalarının desteklenmesi
3.	Ölü olan hücrelerin ligninleşmiş duvarlarıyla bitkiye destek sağlama
4.	Cansız hücreleriyle ince bir su taşıma kanalı oluşturma
5.	Şeker ve diğer organik hücre ürünlerinin taşınması için delikli tüpler oluşturma

16. Dormansi ve çimlenme arasında nasıl bir ilişki vardır?

....

....

17. Gövdedeki yaş halkalarını inceleyerek geçmiş yıllardaki iklim özellikleri hakkında neler söylenebilir?

....

....

18. Hangi çevresel koşullarda yaşayan çiçekli bitkiler, hayvanlar yardımıyla tozlaşma yapar?

....

....

19. Mevsim koşullarının değişmesi havuz ve kaynak hücrelerini nasıl etkiler?

....

....

20. Basınç akış teorisine göre organik besinlerin taşınma mekanizmasını açıklayınız.

....

....

21. Minimum kuralını açıklayınız.

....

....

22. Floem ve ksilemde uzun mesafeli taşıma yapan boruların özelliklerini karşılaştırınız.

....

....

23. Bitkilerde çift döllenme olayını açıklayınız.

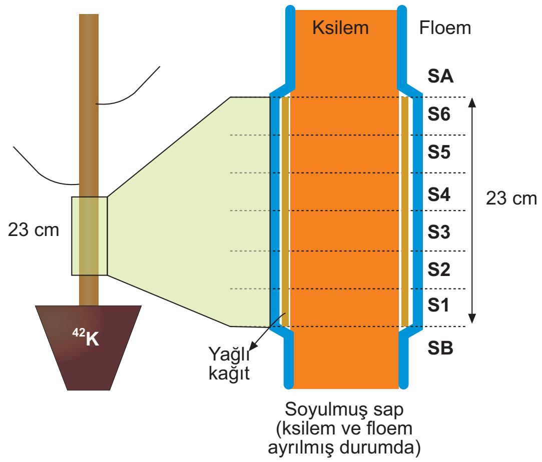
....

....

Aşağıdaki 24 - 26. soruları verilen metne göre cevaplandırınız.

BİTKİLERDE SU VE MİNERAL TAŞINMASI

Bitkiler, kökleri aracılığıyla topraktan su alır. Alınan su, bir süre sonra yapraklardan terleme ile dışarıya verilir. Suyun bitki içinde uzun mesafeler boyunca nasıl taşındığı sorusu, nesiller boyu botanikçileri oldukça meraklandırmıştır. Bu konunun açıklanması ile ilgili aşağıdaki gibi bir deney düzeneği hazırlanmıştır.



	Gövdenin bölümü	Ksilemde ^{42}K (ppm)	Floemde ^{42}K (ppm)
Üst bölge	SA	47	53
Orta bölge	S6	119	11,6
	S5	122	0,9
	S4	112	0,7
	S3	98	0,3
	S2	108	0,3
	S1	113	20
Alt bölge	SB	58	84

Kesilen ve kabuğu soyulan bir bitki sapı, içerisinde zararsız bir boya olan suya daldırılmıştır (Ksilemin iletim elemanlarına hava girişi engellenmiştir.). Deney sırasında ksilem ve floemin bir bölümü engelle birbirinden ayrılmıştır. Deney sırasında toprak suyuna radyoaktif potasyum (^{42}K) ilave edilmiştir. Bir süre sonra sapın her bir segmentinde bulunan ^{42}K miktarı ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları yukarıdaki tabloda belirtilmiştir.

24. Deneyin yapılma amacını açıklayınız.

....

....

25. Deney düzeneğinde ksilemle floemin yağlı kâğıt kullanılarak ayrılmasının nedeni nedir?

....

....

26. SA (üst bölge) ve SB (alt bölge)de bulunan ^{42}K miktarının orta bölgedeki ^{42}K miktarına göre daha düşük olması

I. Ksilemden floeme doğru gerçekleşen yatay yönlü hareket

II. SA'da terlemeyle mineral kaybının fazla olması

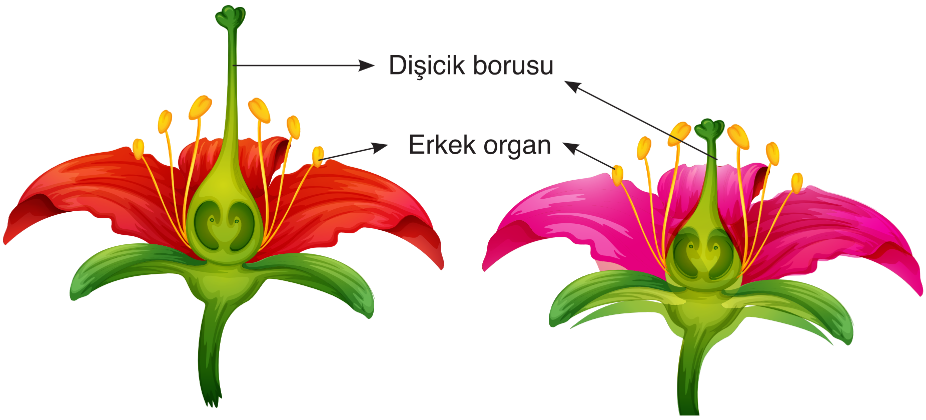
III. Gövde üzerinde bulunan kovucuklardan mineral kaybının fazla olması

verilenlerden hangileriyle açıklanır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

Aşağıdaki 27 - 29. soruları verilen metne göre cevaplandırınız.

Polenler, mayozla oluşan ve birbirinden farklı özelliklere sahip üreme hücreleridir. Polenler; su, rüzgâr, hayvanlar ve insanlar gibi farklı vektörler (taşıyıcı) tarafından dişiçik tepeciğine ulaşır. Polenlerin dişicik tepeceğine ulaşmasına **tozlaşma** denir. Bazı çiçekler kendi kendine tozlaşma gerçekleştirmelerine rağmen bazen karşılıklı (çapraz) tozlaşmalar yaparak kalıtsal çeşitliliği artırabilmektedir. Çiçekli bitkilerde dişicik borusu uzunlukları birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Genellikle kısa dişicik boruları kendi kendine tozlaşmayı ve döllenmeyi kolaylaştırır. Buna rağmen bazı bitkilerin çiçeklerinde uzun dişicik borularının bulunması, tür içi çeşitliliğin sağlanması için önemli bir uyumdur. Dişiçik tepeciğine ulaşan polenlerden sadece bazıları dişicik borusundan yumurtalığa doğru ilerleyerek döllenmeyi gerçekleştirebilme potansiyeline sahiptir.



27. Kısa dişicik borusu tozlaşma ve döllenmeyi kolaylaştırmasına rağmen bazı bitkilerin çiçeklerinde uzun dişicik borularının bulunmasının sebepleri nelerdir?

....

....

....

28. Uzun veya kısa dişicik borusuna sahip çiçeklerde tozlaşmayı sağlayan etkenleri yazınız.

....

....

....

29. Çiçeğin yapısı ile ilgili

I. Dişicik borusu erkek organdan uzun olan çiçekler, çapraz tozlaşmayı kolaylaştırır.
II. Uzun dişicik borusuna ulaşan polenlerin bazıları yumurtalığa ulaşmayabilir.
III. Dişicik borusunun kısa olması, kendi kendine tozlaşmayı kolaylaştırır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I ve III E) I, II ve III

Ç) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

30. Epidermis dokusu ile ilgili olarak verilen aşağıdaki bilgilerden hangisi doğrudur?

A) Canlı, daha çok dikdörtgen şeklinde ve tek sıralı klorofilsiz hücrelerden oluşur.
B) Kurak bölge bitkilerinde sadece yaprağın üst yüzeyinde bulunur.
C) Yaprakta sünger parankiması ile palizat parankiması arasında yer alır.
D) Yaşlı bitkilerde odunlaşmış kısımların hemen altında yer almaktadır.
E) Bölünme özelliklerini kaybettikleri için farklılaşma yetenekleri de yoktur.

31. Çift çenekli bitkilerdeki madde taşınması ve bu taşınmayı sağlayan yapılarla ilgili

I. Trake ve trakeitler bölünmez, kalburlu borular ise bölünür doku hücrelerinden oluşmuştur.
II. Trake ve trakeitler gövde merkezine, kalburlu borular ise kabuk kısmına yakın dizilmiştir.
III. Trake ve trakeitlerde tek, kalburlu borularda çift yönlü taşınma gerçekleşir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

32. Minimum kuralı ile ilgili

I. Diğer faktörler optimum düzeyde olsa bile bitkinin yaşam ve fonksiyonları üzerinde etkili olan en az düzeydeki faktör, bitki büyümesini sınırlandırır.
II. Bir bitki türünün gelişimi için zorunlu olan minerallerden herhangi birinin ortamda yeterli olması her zaman büyümeyi sağlar.
III. Bir bitki her zaman diğer minerallerden toprakta miktarı en fazla olan mineralin oranında faydalanır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

33. Bazı bitkiler, köklerinde nodül ve mikoriza gibi özelleşmiş yapılar bulundurur.
Bu yapılarla ilgili

I. Tohumlu bitkilerin çoğu mikorizayı oluşturarak toprak suyunu emmek için yüzey alanını artırır.
II. Nodüllerde yaşayan bakteriler yakaladıkları havanın serbest azotunu, bitki tarafından kullanılabilecek forma dönüştürür.
III. Köklerde bulunan bu yapılar sayesinde ortaklık kuran canlıların beslenme imkânı artar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

34. Bitkilerin kök, gövde ve yaprakları ile ilgili

I. Besin olarak tüketilir.
II. Baharat yapımında kullanılır.
III. İlaç yapımında kullanılır.
IV. Parfüm, kozmetik ürün, diş macunu ve sabun yapımında kullanılılır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I, II ve III C) I, III ve IV
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

35. Nasti hareketleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>doğru değildir</u>?

A) Akşam sefası bitkisinin çiçeklerinin karanlıkta açılması fotonastidir.
B) Lale çiçeğinin 15 - 20 °C'lik ortamda açması termonastidir.
C) Sarmaşık bitkisinin bir desteğe temas ettiğinde desteğe sarılarak büyümesi tigmonastidir.
D) Küstüm otuna dokununca yapraklarını kapatıp aşağı doğru sarkıtması sismonastidir.
E) Hücredeki turgor basıncında meydana gelen değişimler sonucunda nasti hareketleri gerçekleşir.

36. Bitkilerde gerçekleşen hareketler birbirinden farklı özellikler göstermekte, hareketlerin bazıları iç faktörlerin bazıları da dış faktörlerin etkisine bağlı olarak gerçekleşmektedir.
Buna göre aşağıda verilen farklı bitkisel hareketlerden hangisinin çevresel faktörlerin etkisine bağlı olarak gerçekleştiği söylenemez?

A) Tohumdan çıkan ilk köklerin yer çekimi yönünde büyümesi
B) Gün ışığının etkisine bağlı olarak akşam sefası bitkisi çiçeklerinin açılma veya kapanması
C) Toprağa ilave edilen kireçli maddelerden zarar görmemek için köklerin kireçli maddeden uzaklaşması
D) Dişi organın tepecik kısmına düşen polenin su emmesi
E) Yapraklarına dokunulan bir küstüm otu bitkisinin yaprak ve dallarını aşağı doğru indirmesi

37. Bitkinin topraktan su almasını
I. Kökteki emici tüy hücrelerinde osmotik basıncın yüksek olması
II. Topraktaki çözünmüş madde oranının yüksek olması
III. Emici tüylerde turgor basıncının yüksek olması

durumlarından hangileri kolaylaştırır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

38. Bir ağacın gövdesinde iletim demetlerinde gerçekleşen basınç akış teorisinin genel özellikleriyle ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) Floemde difüzyon olayının yanı sıra aktif taşıma ile madde alışverişi olur.
B) Organik besinin ilgili kısımlara taşınımını açıklar.
C) Organik besin, kaynak hücreden havuz hücreye taşındığında su tekrar ksileme geçer.
D) Bitkilerdeki olgun yapraklar, şeker kaynaklarıdır.
E) Ksilem ve floem arasında karşılıklı olarak organik besin geçişi söz konusudur.

39. Bitkilerde oksin hormonu artışıyla
I. Yaprak dökümünün gerçekleşmesi
II. Tomurcuk uykusunun sona ermesi
III. Hücre bölünmesinin hızlanması

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

40. Çiçekli bitkilerde
I. Çok sayıda polen üretilmesi
II. Tepeciğin yapışkan maddeler içermesi
III. Çanak yaprakların yeşil renkte olması

durumlarından hangileri, tozlaşma ihtimalini artıran adaptasyonlardandır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

41. Tohumlu bitkilerde üreme organı olan çiçek için aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

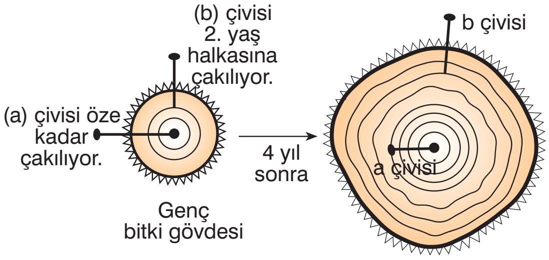
A) Yapısında fotosentez yapabilen çanak yapraklar bulunabilir.
B) Bazı bitkilere ait çiçeklerde hem dişi hem de erkek gamet oluşumu görülür.
C) Bazı bitkiler kendi kendine tozlaşmayı sağlayacak morfolojik yapıya sahip olabilir.
D) Tohumlu bitkilerin tamamında taç yaprak bulunduran çiçek yapısı mevcuttur.
E) Böcekle tozlaşan bitkilerde taç yapraklar, farklı renklere sahiptir.

42. Kapalı tohumlu bir bitkinin eşeyli üremesi sırasında meydana gelen
I. Sperm çekirdeklerinin oluşması
II. Tohumun oluşması
III. Polen tüpünün meydana gelmesi
IV. Çift döllenmenin gerçekleşmesi

olayların gerçekleşme sırası aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I, II, III, IV B) II, IV, I, III
C) I, IV, II, III D) III, I, IV, II
E) IV, I, II, III

43. Çift çenekli bir bitkide enine büyüme olayını incelemek amacıyla aynı büyüklükteki iki çiviyle aşağıdaki uygulamalar yapılmış ve bazı sonuçlar elde edilmiştir.



Bu sonuçları inceleyen bilim insanı

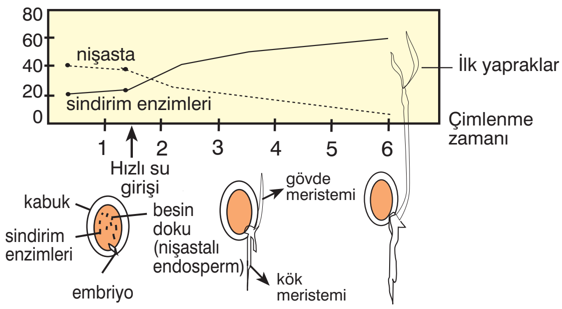
I. Bitkilerde gövdenin enine büyümesi içeriden dışarıya doğru gerçekleşir.
II. Yıllık yaş halkalarının artması gövdenin enine büyüdüğünü gösterir.
III. a ve b çivilerinin dört yıl sonraki durumunun sebebi primer meristemin etkinliğidir.

yorumlarından hangilerini yapabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

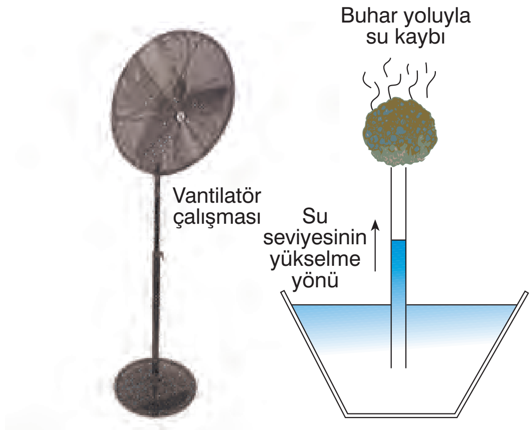
44.



Çiçekli bitkilerde gelişme ile ilgili yukarıdaki şekil incelendiğinde aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) Tohumun çimlenmesi sırasında önceden depo edilen organik besin kullanılır.
B) Çimlenme sırasında gerekli olan bazı enzimlerin sentezi artabilir.
C) İlk yapraklar ancak endospermdeki nişastanın tükenmesiyle oluşturulur.
D) Bitkisel organların oluşumu, embriyoda yer alan meristem doku faaliyetleri ile gerçekleşir.
E) Tohumu çimlenmeye ve nişastayı parçalanmaya teşvik eden, hızlı su girişidir.

45. Bitkilerde su taşınımını açıklamak amacıyla aşağıda verilen deney düzeneği oluşturulmuştur.



Deney düzeneğinde zamanla su seviyesinin belirtilen yönde değiştiğini gözlemleyen bilim insanı, bitkilerdeki su taşınımıyla ilgili olarak

I. Bitkilerde meydana gelen terleme, suyun yukarı taşınımında etkilidir.
II. Su molekülleri arasındaki kohezyon, buharlaşmanın da etkisiyle bitkilerin üst organlarına doğru su taşınımında etkilidir.
III. Ksilem borularının kılcal olması, bitkide suyun yukarı doğru taşınımını olumlu yönde etkiler.

ifadelerinden hangilerini söyleyebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

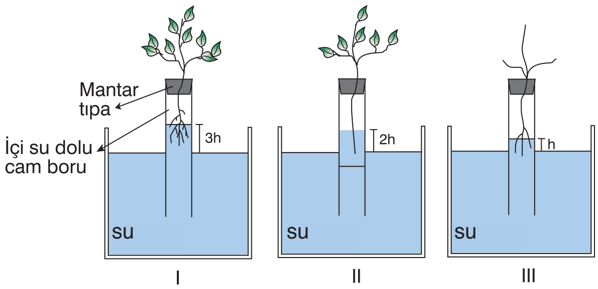
46. Bitkide tohum oluşumu sırasında gözlenen
I. Yumurta hücresi
II. Zigot
III. Çenekler

yapılarının meydana gelme sırası, aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I, II, III B) II, I, III C) I, III, II

D) III, I, II E) III, II, I

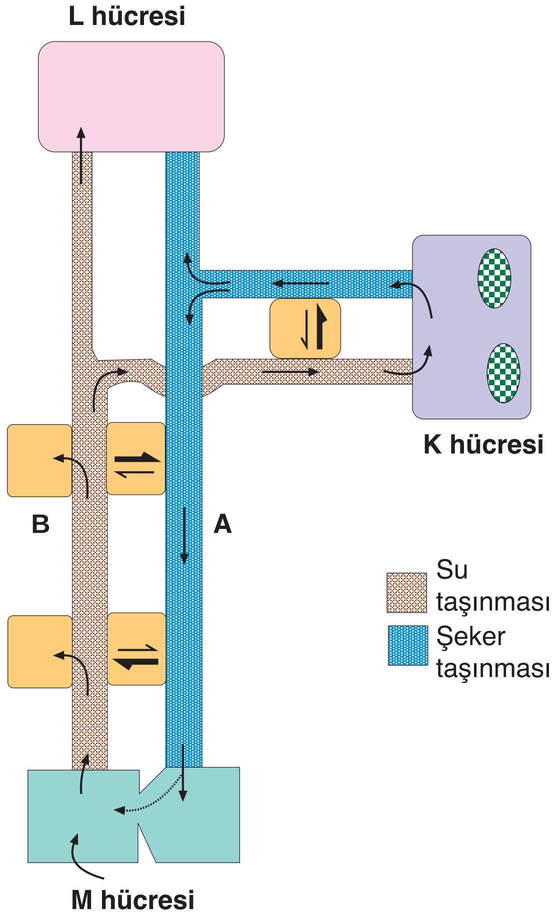
47. Bitkide su taşınması ile ilgili oluşturulan deney düzeneklerinde bitki kısımları su ile dolu kısa cam borulara tıpa geçirilerek yerleştirilmiştir. Daha sonra cam borunun açık ucu, içinde su bulunan kaplara konulmuştur.



Bir süre sonra, cam borulardaki su seviyeleri incelendiğinde aşağıdakilerden hangisi <u>söylenemez</u>?

A) I. düzenekte yaprak sayısının fazla olması, köklerden su alımını hızlandırır.
B) I. düzenekte su seviyesinin değişiminde terleme yoluyla su kaybı etkilidir.
C) II. düzenekte su seviyesinin bir miktar değişmesinde adhezyon olayı da etkilidir.
D) III. düzenekte su seviyesinin bir miktar değişmesi kök basıncı ile açıklanabilir.
E) Tüm deney düzeneklerinde gerçekleşen su seviye değişimleri, terleme kohezyon gerilim teorisi ile açıklanabilir.

48.



Yukarıdaki şekilde çiçekli bitkilerde iletim borularıyla şeker taşınması gösterilmiştir.

Buna göre K, L, M hücreleri ile A ve B yapıları ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru <u>değildir</u>?

A) K hücresi kaynak hücresi olabilir.
B) L hücresi meyve olabilir.
C) M hücresi havuz hücresi olabilir.
D) B yapısı ksilem olabilir.
E) A yapısı trakeid olabilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları veya faaliyetleri geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.



CANLILAR VE ÇEVRE

4\. ÜNİTE

4.1. CANLILAR VE ÇEVRE

Bir çiçeğin üzerinde hiç fark edilmeyen bir örümcek ya da kurtçuk bulunabilmektedir. Çiçeği koklamak istediğinizde son anda bunları fark eder ve irkilirsiniz. Bu canlılar, sanki bitkinin bir parçası gibidir. Vücutları bulundukları ortamla o kadar uyumludur ki bir bitkiye mi yoksa bir hayvana mı ait olduğunu anlamak veya aynı ortamda bulunan hayvan ve bitkiyi birbirinden ayırt edebilmek neredeyse imkânsızdır. Bu ünitede canlıların farklı çevre koşullarında yaşamlarını nasıl sürdürdüklerinin, ortam koşullarına uyum sağlamak ve avcılardan korunmak için nasıl yetenekler geliştirdiklerinin, bakterilerin antibiyotiklere karşı nasıl direnç kazandıklarının, tarımda pestisit kullanımının neden arttığının cevaplarını bulacaksınız.

1.
BÖLÜM

ANAHTAR KAVRAMLAR

- ADAPTASYON
- DOĞAL SEÇİLİM
- MUTASYON
- VARYASYON
- YAPAY SEÇİLİM

HAZIRLIK SORULARI

1. Geçmişte yeryüzünde yaşamış ve sonradan fosilleri bulunmuş birçok canlı bulunmaktadır. Bu canlılar günümüzde neden yaşamamaktadır?
2. Hastanelerde röntgen çekilen odaların kapılarında "Hamilelerin girmesi yasaktır." ibaresini görürsünüz. Bu durumun sebebi ne olabilir?
3. Yabani meyveler, neden her zaman gördüğünüz diğer meyveler kadar gösterişli ve büyük değildir?



4.1. CANLILAR VE ÇEVRE

Göçmen kuşlar, sonbaharda ılıman bölgelere göç eder. Bazı hayvanlar, kış uykusuna yatar. Sonbaharda bazı bitkiler, yapraklarını döker. Canlıların değişen çevre koşulları karşısında bu tür davranışlar göstermelerinin nedenleri neler olabilir?

Dünya; milyonlarca canlının yaşamsal faaliyetlerini sürdürdüğü, ürediği, su ve kara ortamlarından oluşan büyük bir barınaktır. Canlılar, birbirleriyle ve çevreleriyle sürekli etkileşim içindedir. Bu etkileşimi inceleyen bilim dalına **ekoloji** adı verilir. Ekoloji; popülasyon ekolojisi, komünite ekolojisi, ekosistem ekolojisi, küresel ekolojisi şeklinde genişleyen kapsamlı bir bilimdir. Canlıların yaşam süreleri içinde etkinliklerini sürdürdükleri canlı ve cansız bileşenlerden oluşan faktörlerin tümüne **çevre** denir. Canlıları etkileyen hava, kara ve su ortamları cansız çevreyi oluşturur. Canlıların etkileşim içinde bulundukları diğer canlılar ise canlı çevreyi oluşturur (Görsel 4.1). Belirli bir bölgedeki canlı ve cansız çevrenin tümü ise **ekosistemi** meydana getirir.



Görsel 4.1: Canlılar ve çevre

Bir ekosistemde; temel olarak iklim, sıcaklık, ışık, su, ortamın pH'ı, toprak ve mineraller gibi cansız etmenler ile üretici, tüketici ve ayrıştırıcılar gibi canlı etmenler etkili olmaktadır. Ülkemizde canlı çeşitliliğinin bol olması, farklı çevre ortamlarının zengin olmasından kaynaklanır (Görsel 4.2, 3).



Görsel 4.2: Ağrı Dağı



Görsel 4.3: Manyas Gölü

Tüm canlılar, yaşadıkları çevre ile sürekli etkileşim hâlindedir. Bir ağaç, köklerinden en üstteki yaprağına kadar üzerinde birçok canlıyı barındırır ve birçok canlı için besin kaynağı oluşturur. Bu durum ağacın canlı çevre ile etkileşimine örnektir. Ağaç aynı zamanda toprak oluşumunda ve havadaki oksijen-karbondioksit dengesinin korunmasında görev yapar. Bu durum da cansız çevre ile etkileşime örnektir. Canlıların çevre ile etkileşimi, ekosistemlerdeki besin zincirlerinin oluşumunu ve madde döngülerinin devamını sağlamaktadır. Çevre; hızlı nüfus artışı, aşırı tüketim, fosil yakıtların kullanımı, sanayileşme gibi durumlarla kötüye gitmektedir. Dünyadaki çevre şartlarına bağlı olarak canlılarda kitlesel yok oluşlar görülmekte, doğal yaşam alanları bozulmaktadır. Sürdürülebilir bir çevre için insanlarda çevre bilincinin artırılması ve bir an önce bu konuda tedbir alınması gerekmektedir.

4.1.1. ÇEVRE ŞARTLARININ GENETİK DEĞİŞİMLERİN SÜREKLİLİĞİNE OLAN ETKİSİ

Her türün karakteristik bir yapısı vardır. Bu karakteristik özelliklerden yararlanılarak canlılar arasında sınıflandırmalar yapılmıştır. Aynı türe ait bireylerde gözlemlenen bu karakteristik farklılıklara **varyasyon** adı verilir. Varyasyonlar, çevrenin etkisiyle kalıtsal olarak gerçekleşebildiği gibi kalıtsal olmadan da gerçekleşebilir.

Kalıtsal olmayan varyasyonlarda genler bir değişikliğe uğramaz ancak genlerin işleyişinde bir değişiklik meydana gelir. Bu varyasyonlar, sadece bireyi etkiler ve yavrulara aktarılmaz. Ortamın sıcaklığı, ışık miktarı, beslenme, kimyasal maddeler ve mekanik etkiler kalıtsal olmayan varyasyonlara sebep olabilmektedir. Güneş ışığının deri rengini koyulaştırması, spor yapan kişilerin kaslarının gelişmesi, kaza sonucu meydana gelen organ ve doku kayıpları, aşırı beslenme sonucu meydana gelen obezite yavru bireylere aktarılmaz. Örneğin sıcaklığın etkisiyle çuha çiçeği farklı renklerde çiçek açar. 15 - 25 ^{0}C'de kırmızı renkli iken 25 - 35 ^{0}C'de beyaz renkli çiçekler açar (Görsel 4.4, 5).



Görsel 4.4: Kırmızı çuha çiçeği



Görsel 4.5: Beyaz çuha çiçeği

Aynı türe ait bireyler içerisinde gözlemlenebilen kalıtsal çeşitlilikler kalıtsal varyasyonu oluşturur. Kalıtsal varyasyonlara mayoz, döllenme ve mutasyon gibi olaylar sebep olabilir. Dil yuvarlayabilme ya da yuvarlayamama, göz rengi, saç şekli ve rengi, kan grubu gibi insanlarda bulunan karakteristik özellikler genetik varyasyonlara örnek verilebilir. Kalıtsal varyasyonlar; insanlar dışında hayvan, bitki, mantar, protist, bakteri, arke ve virüslerde de görülür (Görsel 4.6, 7).



Görsel 4.6: İnsanlarda varyasyon



Görsel 4.7: Barbunyada varyasyon



Görsel 4.8: Civcivlerde varyasyon

Eşeyli üreyen canlılarda mayoz ile oluşturulan gametler (eşey hücreleri) birbirinden farklı genetik yapıya sahiptir. Bu duruma mayoz sırasında gerçekleşebilen krossing over ve homolog kromozomların rastgele ayrılması sebep olmaktadır. Ayrıca eşeyli üreme sırasında hangi yumurtayı hangi spermin dölleyeceği de şansa bağlı olduğundan yine kalıtsal varyasyonlar meydana gelebilmektedir (Görsel 4.8).

Kalıtsal varyasyonlara yol açan **mutasyon**, çevresel etmenlerden dolayı DNA'nın nükleotit dizisinde meydana gelen değişimlerdir. Mutasyona; radyasyon, ultraviyole ışınlar, X ışınları, radyoaktif maddeler, bazı kimyasal maddeler ve ilaçlar, virüsler sebep olabilmektedir. Mutasyona sebep olan bu etmenlere **mutajen** denir.

Mutasyonlar, canlının vücut hücrelerinde (somatik) gerçekleşiyorsa mitoz ile oluşacak yeni hücrelere aktarılır. Vücut hücrelerinde gerçekleşen mutasyon, eşeysiz üreyen canlılar ve bitkilerde yavru bireylere aktarılabilir. Bitkinin bazı yaprak veya dallarında oluşan mutasyon, bu dalların vejetatif üremesiyle oluşan yeni bitkilerde de görülebilir.

EK BİLGİ

Bir popülasyonda bulunan tüm canlıların taşıdığı alellerin toplamına gen havuzu denir.

Eşeyli üreyen canlılarda ise vücut hücrelerinde meydana gelen mutasyon, yavrulara aktarılmaz. Örneğin insanlarda ultraviyole ışınların etkisiyle deri hücresinde oluşan mutasyon, bu hücrenin bölünmesiyle oluşan yeni hücrelere aktarılır. Ancak bireyin çocuklarına aktarılmaz. Birey öldüğü zaman mutasyon ortadan kalkar. Canlının gametlerinde mutasyon meydana geliyorsa gametlerin döllenmesiyle oluşacak yavru bireylere bu mutasyon aktarılmış olur (Görsel 4.9 a, b, c). Böylece popülasyonun gen havuzunda çeşitlilik ve değişim artar. Mutasyonlar, canlının fenotipi üzerinde etkili ya da etkisiz olabilir.

Mutasyonların etkileri, en kolay mikroorganizmalarda incelenebilir. Bu canlılarda üreme hızı daha yüksektir. Bakteriler, küf mantarları, sirke sinekleri ve bitkiler mutasyonların tespiti için değişik yöntemler kullanılarak incelenen canlılara örnektir.

İnsanları deneylerde kullanmak, biyoetik açıdan uygun değildir. Bu nedenle insanlardaki mutasyonların tespit edilmesi yalnızca soyağaçlarını analiz etmekle mümkün olabilmektedir. Soyağacında; belirlenen mutasyonun çekinik, baskın, otozomal ya da eşeye bağlı genlerle olup olmadığı saptanabilmektedir.







Görsel 4.9: Mutasyon örnekleri a) Dört yapraklı yonca, b) Albino tavus kuşu, c) Yapışık ananas

Virüsler, mikroorganizmalara göre kalıtsal varyasyonlara daha fazla maruz kalır. Bu değişiklikler, genellikle kalıtsal yapıda oluşan ve fenotipi de etkileyen mutasyonlar sonucunda ortaya çıkmaktadır. Virüslerin hızlı mutasyon geçirmeleri, onlarla mücadeleyi zorlaştırmaktadır. Virüsler, mutasyon sonucu ilaçlara direnç geliştirebilmektedir. Hastalıklara sebep olan virüsleri, uzun vadede ilaçlarla yok etmek bu nedenle etkili olmamaktadır. Bu durum virüslerin yaşama şansını artıran yararlı bir mutasyondur.

ARAŞTIRMA

Grip aşısı, her yıl tekrarlanan dozlar hâlinde kişilere uygulanır. Grip aşısı uygulandığı hâlde hastalık görülebilir. Bunların nedenlerini araştırınız.

Bir popülasyonda gerçekleşen kalıtsal varyasyonlar ile değişen ortam koşullarına daha dayanıklı ya da dayanıksız bireyler oluşabilir. Belirli kalıtsal özelliklere sahip olan bireylerin bu özelliklerinden dolayı diğer bireylere göre yaşama ve üreme olasılıklarının daha yüksek olması durumuna **doğal seçilim** adı verilir. Doğal seçilim yoluyla meydana gelen değişim süreci adaptasyonu oluşturur. **Adaptasyon** bir canlının belirli bir çevrede hayatta kalma, üreyebilme şansını artıran kalıtsal özelliklerdir. Adaptasyon; yapısal, korunma, taklit etme ve davranışsal olabilir.

Çevre şartları, bireylerin belirli özellikler taşıyanlarını ön plana çıkarır. Örneğin bitkinin yapısal olarak yaprak ayası küçük, kütikulası kalın olup su depolayabilme özelliği varsa bu bitki kuraklaşan bir ortama uyum sağlayarak üreyebilir. Yapısal olarak yaprak ayası büyük, kütikulası ince olup ve su depolayamayan bir bitki ise ortama uyum sağlayamaz ve yok olur. Ortam rengine uyum sağlayan hayvanların avcılar tarafından fark edilmeleri zor olduğu için hayatta kalma şansları yüksektir (Görsel 4.10, 11). İklim ve ortam koşulları, hayvanlarda besin bulma şansını bazen azaltabilir. Bu durumda bazı hayvanlarda göç etme, bazı hayvanlarda ise kış uykusu görülür.


a


b

Görsel 4.10: a)Yengeç, b) Bukalemunda adaptasyon

Bir popülasyona ait canlılarda insanlar tarafından seçilen bazı özelliklerin nesiller boyu aktarılmasının sağlanmasına **yapay seçilim** adı verilmektedir. Yapay seçilim; bazı bitki, hayvan ve bakteri türlerinde uygulanmaktadır.

Bakteriler de doğal ve yapay seçilime uğrayabilmektedir. Çok fazla çeşidi bulunan, kısa sürede çoğalan ve hızlı mutasyon geçiren bakterilerde değişen ortam koşullarına uygun özellikler taşıyanların sayısı artarken uygun özellikler taşımayanların sayısı azalır.

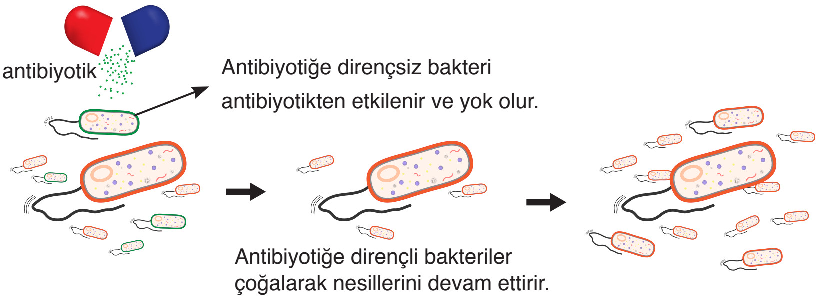


Görsel 4.11: Güve kelebeklerinde adaptasyon

EK BİLGİ

Aşılama, virüslerin ve bakterilerin neden olduğu birçok hastalıktan korunmak için uygulanan bir yöntemdir. Çocuk felci, kızamık, kızamıkçık, suçiçeği, grip, verem, tetanos, boğmaca bu tip hastalıklara örnektir.

Günümüzde bakteri kökenli hastalıklar, yaygın olarak görülmektedir. Bu hastalıklarla mücadelede antibiyotikler kullanılmaktadır. Antibiyotiklerin yanlış seçilmesi, kullanım süresine uyulmaması ve çok sık kullanılması, bakterilerin antibiyotiğe direncini artırmaktadır. Bakterilerin antibiyotiklere direnç kazanmaları doğal seçilim mekanizmasıyla gerçekleşmektedir. Antibiyotik direnci, bakterinin hayatta kalma çabasıdır. Antibiyotik tedavilerinde; zayıf olan bakteriler antibiyotiklerden etkilenerek yok olmakta, güçlü olanlar hayatta kalıp nesillerini devam ettirmektedir (Görsel 4.12).



Görsel 4.12: Bakterilerde antibiyotiğe karşı direnç geliştirme

Antibiyotiğe dirençli olan ve hayatta kalan bakteriler, ilgili genleri plazmitleri aracılığıyla diğer bakterilere aktarabilir. Böylece diğer bakteriler de antibiyotiğe direnç geliştirir. Bakterilerin antibiyotiğe direnç geliştirmelerinin diğer nedenleri ise antibiyotik dozunun düşük olması ve geçirdikleri mutasyonlardır.

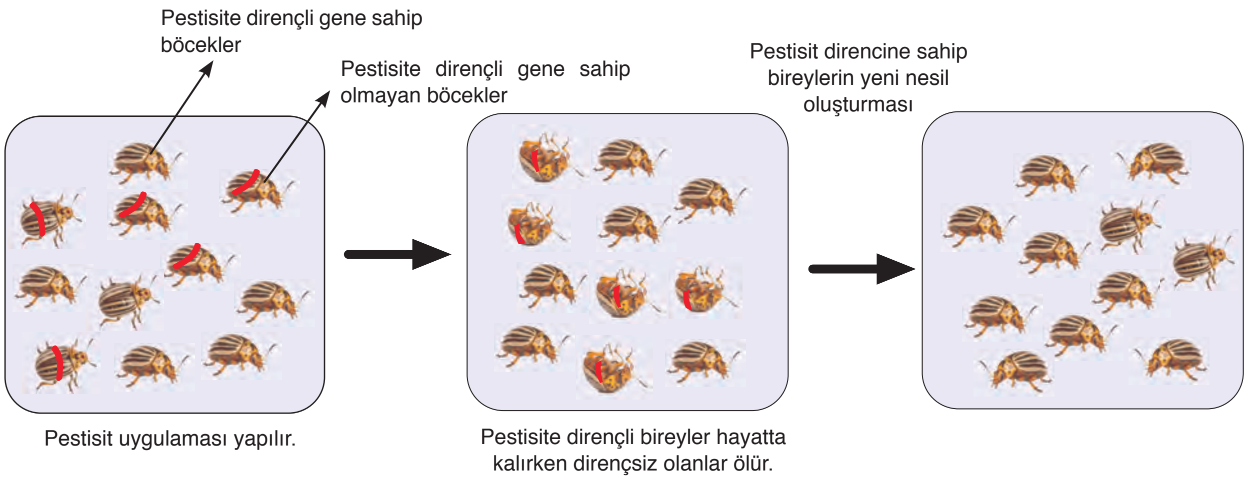
Direnç geliştiren bakteri ile mücadele etmek için antibiyotik dozunun artırılması ve kullanım süresinin ayarlanması veya daha etkili antibiyotiklerin kullanılması gerekmektedir. Ancak bakteriler, bu antibiyotiklere de direnç geliştirebilir. Hangi bakterinin hangi antibiyotiğe direnç gösterdiğini tespit etmek amacıyla laboratuvarlarda antibiyogram testi yapılır. Antibiyogram testi ile gereksiz antibiyotik kullanımının önüne geçilmiş olur (Görsel 4.13).



Görsel 4.13: Antibiyogram testi

Tarım arazilerinde istenmeyen bitki, mantar, böcek ve mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyerek zararlarını azaltmak için kullanılan zirai ilaçlara **pestisit** adı verilir. Pestisitlerin; tarımsal üretim, bahçecilik, ormancılık, hayvancılık, toplum hijyeni, böcek kontrolü, ev ve bahçeler gibi çok geniş kullanım alanları bulunmaktadır. Pestisitlerden olan **herbisitler** ise istenmeyen, yabancı veya rakip bitkilerin çoğalmasını kontrol altında tutan kimyasal ilaçlardır. Tarım ürünlerinin verimini düşüren yabani otlarla mücadelede herbisitler kullanılmaktadır.

Kullanılan pestisit ve herbisitlerin zaman içinde etkilerini kaybetmesi, ortamda istenmeyen canlı türlerinin pestisit ve herbisitlere direnç geliştirmelerinden kaynaklanır. Belirli pestisitlerin sıklıkla kullanılması; doğal olarak pestisit ve herbisitlere dirençli olan bireylerin doğal seçilim mekanizmasıyla ortamda kalmasına, dirençsiz olan diğer bireylerin ise yok olmasına sebep olur. Böylece pestisit ve herbisite dirençli bireylerin sayıları zamanla artar (Görsel 4.14). Dirençli popülasyonlar, insanların daha sık aralıklarla ve çok miktarda ilaçlama yapmasına yol açar. Bu uygulamalar çevre kirliliğini artırır.



Görsel 4.14: Böceklerde pestisit direnci

Dünyada ve ülkemizde pamuk üretiminde zararlılara karşı pestisitler kullanılmıştır. Bu durum sonucu pamuk zararlısı böceklerde pestisitlere karşı direnç oluşmuş ve büyük ekonomik kayıplar meydana gelmiştir. Dünyada yaygın olarak görülen sıtma hastalığını önlemek amacıyla Dünya Sağlık Örgütünün başlattığı program çerçevesinde DTT uygulaması anofel cinsi sivrisineklerin bu pestisitlere karşı direnç kazanmaları sonucu başarısız olmuştur.

Tarımsal alanlarda zararlı bitkilerin herbisitlere karşı dirençli olmasını sağlayan bir diğer faktör de geçirdikleri mutasyonlardır. Her iki durumda da dayanıklı olmayı sağlayan genler, kalıtım yoluyla yeni nesil bitkilere aktarılır. Böylece pestisit ve herbisitler, zaman içinde etkilerini kaybeder. Pestisitler; tarımsal arazilere, ormanlara ve bahçelere uygulandığında hava, su ve toprağa karışır (Görsel 4.15 a, b). Buradan da ortamda yaşayan canlılara aktarılarak besin zincirine dâhil olur.





Görsel 4.15: Tarım alanlarına pestisit uygulanması (a, b)

ETKİNLİK: Soru

Adaptasyon, bir organizmanın belirli bir çevrede hayatta kalma ve üreme şansını artıran kalıtsal özellikleridir.

I. Balıkların solungaçlara sahip olması
II. Ördeklerin perdeli ayaklara sahip olması
III. Örümceklerin protein yapıda ağ üretmesi
IV. Yılanların zehir üretmesi
V. Ilıman bölgede yaşayan bitkilerin yapraklarının ince kütikulaya sahip olması

1. Yukarıda verilenlerden hangileri besin ihtiyacını karşılamaya yönelik adaptasyonlardır?

....
....

2.

a



b



c



Yukarıda verilen görsellerde çevre şartlarının canlılardaki genetik değişimlere etkisi gösterilmektedir. Bu genetik değişimlerin adlarını görsellerin altındaki boşluğa yazınız.

3. Bakteriyel hastalıklarda hekimler tedavi sürecinde antibiyotik önerebilmektedir. Hekimlerin bu tedavi süreçlerinde üzerinde durduğu önemli noktalardan biri de antibiyotiklerin bitene kadar kullanılmasıdır.

Tedavi sürecinde hastalıkta iyileşme görülse bile antibiyotiğin tamamının neden bitirilmesi gerektiğini açıklayınız?

....
....
....
....
....
....
....
....
....

OKUMA PARÇASI

HİÇBİR ANTİBİYOTİĞİN BAŞ EDEMEDİĞİ BAKTERİ

Yetmiş yaşında bir kadın tedavi edilemeyen bir enfeksiyon nedeniyle ABD'de yaşamını yitirmiştir. Testler, kadının vücuduna yayılmış bakterilerin 26 ayrı antibiyotiğe karşı kendini savunmayı başardığını göstermiştir. Hastalık Kontrolü ve Önlenmesi Merkezi'nde çalışan doktor, bakteriyi öldürmek için ABD'de var olan tüm antibiyotikleri denediklerini ancak hiçbirinin işe yaramadığını söylemiştir. ABD'de gerçekleşmiş bu olay, bir ilk değildi. Geliştirilen tüm antibiyotikler, bir süre sonra bakterilerin direnç geliştirmesi sebebiyle etkisiz hâle gelmektedir. Bu durumla başa çıkmanın bir yolu sürekli yeni antibiyotikler geliştirmektir. Ancak bazen bakterilerin hızına yetişmek mümkün olamamaktadır. Tahminlere göre eğer önlem alınamazsa 2050 yılına gelindiğinde antibiyotiklere karşı dirençli bakteriler, her yıl ortalama 10 milyon insanın yaşamını tehdit edecektir.

Antibiyotikler, her hastalıkta kullanılmadığı gibi her insanda da aynı antibiyotik kullanılmayabilir. Doktorlar tarafından reçete edilmemiş antibiyotik ve diğer ilaçlar kesinlikle alınmamalıdır.

(Düzenlenmiştir.)

http://www. bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/hicbir-antibiyotigin-bas-edemedigi-bakteri



4.1.2. TARIM VE HAYVANCILIKTA YAPAY SEÇİLİM UYGULAMALARI

Hızlı artan dünya nüfusunun gelecekte besin bulma sıkıntısı yaşamaması için tarım ve hayvancılığa daha çok önem verilmesi gerekmektedir. Tarım arazilerinin ve doğal yaşam alanlarının yok edilmesi, endüstriyel faaliyetlerin artması tarım ve hayvancılık uygulamalarını zora sokmaktadır. Aşırı ve bilinçsizce pestisit kullanılması, yabancı ot ve böceklerde direnç oluşması verimliliği azaltmaktadır. Ayrıca toprak, su ve hava kirliliğine yol açmaktadır.

İnsanlar, çok eskiden bu yana bitkilerde yapay seçilim uygulamıştır. Bu uygulamalar akraba olan bitki türleri arasında başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Günümüzde genetik mühendisliğinin gelişmesi, farklı türdeki bitkiler arasında gen aktarımına olanak sağlamış ve bitkilerdeki genler üzerinde değişiklikler yapılabilir hâle gelmiştir. İnsanlar tarafından seçilmiş ve yetiştirilmiş bitki ve hayvan türleri **kültür** olarak adlandırılır (Görsel 4.16 a, b). Genetik mühendisliği çalışmalarıyla istenen özellikleri taşıyan genler, kültür türlerine aktarılmaktadır.





Görsel 4.16: a) Yabani armut b) Kültür armudu

ARAŞTIRMA

Tarım ve hayvancılıktaki yapay seçilim uygulamalarını araştırarak bu uygulamalara örnekler veriniz. Araştırınız.

Kültür bitkilerinin aynı zamanda herbisitlerden olumsuz etkilenmesini önlemek amacıyla seçilmiş bir bakteri DNA'sı, özel yöntemlerle alınıp bitkiye aktarılır. Böylece herbisitlere dirençli olan kültür bitkileri (transgenik bitki) büyümeye devam ederken yabani otlar ortamdan yok olur. Ayrıca gen aktarımı çalışmalarıyla gelecekte kuraklığın, sel baskınlarının, donma, tuzluluk ve asitliğin yüksek olduğu topraklarda da bitkilerin yetişebilmesi sağlanabilecektir. Tarımdaki yapay seçilime; buğday başağı veya mısırdaki tane (tohum) sayısının artırılmış olması, yabani hardalın ıslah edilerek brokoli, lahana, karnabahar, bürüksel lahanası gibi çeşitlerinin oluşturulması, menengiç bitkisinden Antep fıstığı üretilmesi örnek verilebilir (Görsel 4.17, 18).



Görsel 4.17: Yabani hardaldan yapay seçilimle brokoli üretilmesi



Görsel 4.18: Menengiç bitkisinden yapay seçilimle Antep fıstığı üretilmesi

Hayvanlarda ise yumurtası ve eti için yetiştirilen tavukların da bu özellikleri ön plana çıkarılarak ıslah edilmesi yapay seçilime örnektir (Görsel 4.19). Aynı şekilde süt verimi yüksek ineklerin yetiştirilmesi yapay seçilimle sağlanmıştır. İnsanların bitki ve hayvanlardaki yapay seçilim uygulamaları, süs bitkileri ve evcil hayvanlarda da yapılmaktadır.

Biyolojik ıslah; canlıları iyileştirme, daha iyi duruma getirme işlemleridir. Biyolojik ıslah; bitki, hayvan ve mantar gibi canlılarda verimliliği artırmayı amaçlar. Örneğin ülkemizdeki kızılçam ormanlarının ıslahı ile odun ihtiyacının karşılanması hedeflenmektedir. Meraların ıslah edilmesi, büyükbaş ve küçükbaş hayvancılığın devamı açısından önemlidir.



Görsel 4.19: Yapay seçilim ve biyolojik ıslah örnekleri

ETKİNLİK: Soru

1. Aşırı ve bilinçsizce pestisit kullanılmasının olası sonuçları nelerdir?

....

....

2. Günümüz modern tarım uygulamalarında pestisit kullanımının azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Pestisit kullanımının azaltılmaya çalışılmasının sebepleri nelerdir?

....

....

3. Yabani domates eskiden küçük meyveli, tüylü ve tuzlu idi. Günümüzde domatesin iri meyveli ve tatlı olmasını nasıl açıklarsınız?

....

....

OKUMA PARÇASI

PERVANELER VE DOĞAL SEÇİLİM

Araştırmacıların yaptığı son çalışmalar, şehirlerde yaşayan pervanelerin (güve) ışıktan kaçmayı öğrendiğini göstermiştir.

Pervaneler, geceleri yön bulmak için ay ışığından yararlanır. Ancak bu adaptasyon bazen pervanelerin ölümüne de sebep olmaktadır. Yapay ışıkları ay ışığı ile karıştıran pervaneler ya yanarak ya da avcı hayvanlara yem olarak ölmektedir. Özellikle ışık kirliliğinin fazla olduğu şehirlerde bu durum, pervanelerin kısa ömürlü olmasına yol açmaktadır. Şehirlerde yaşayan pervanelerin ölüm oranı, kırsal kesimlerde yaşayan pervanelerinkinden 40-100 kat daha fazladır. Doğal seçilim nedeniyle pervanelerin zaman içerisinde yapay ışığın tehlikelerinden kaçınmayı öğrenmesi beklenir. Bu durumu test etmek isteyen araştırmacıların yaptığı deneyler, şehirlerde yaşayan pervanelerin yapay ışığa uyum sağladığını göstermektedir. Araştırmacılar, 1050 yetişkin pervane üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Buna göre nesiller boyunca ışık kirliliğinin fazla olduğu bölgelerde yaşamış pervane popülasyonlarının üyeleri, ışığa daha az yönelmiştir. Diğer pervane popülasyonlarının üyeleri ise ışığa daha çok yönelmiştir. Bu durum doğal seçilimin hayvan davranışları üzerindeki etkisini göstermiştir.

(Düzenlenmiştir.)

http:www..bilimgenc.tubitak.gov.tr

/makale/isiktan-kacan-pervaneler



OKUMA PARÇASI

İSİMSİZ KAHRAMANLAR

Anadolu'nun güzellikleri saymakla bitmez. Her köşesi farklı özellikte olup doğal güzellikler yönünden dünyadaki nadir ülkelerden biridir. Çeşitli coğrafi özellikleri ve farklılıkları nedeniyle dünyada benzerine az rastlanan bir bitki çeşitliliğine sahiptir. Anadolu'da yolculuğa çıktığınızda bu bitki çeşitliliğini çok rahat görebilirsiniz. İç Anadolu'daki uçsuz bucaksız bozkırlar, Karadeniz'deki çay, Akdeniz'deki maki renkleriyle sizi büyüler.

Cennet vatanımız, sadece üzerinde yaşadığımız bir toprak parçası değildir. Bu topraklar, uğruna nice canların verildiği kutsal topraklardır. Bu nedenle bizim için manevi değeri yüksektir.

Bizler tarihi şan ve şerefle dolu bir milletin evlatlarıyız. Atalarımız bu doğa harikası topraklar için her türlü zorluğa göğüs germiş canlarını vermekten çekinmemişlerdir. 93 Harbinde Ruslarla mücadele eden Nene Hatun'u, Çanakkale'de mekanizması bozulan topun mermisini sırtında taşıyan Seyit Onbaşı'yı, 15 Temmuzda yapılan saldırıda şehit olan Ömer Halisdemir'i unutmadık.

Bugün bu güzel vatanın her bir köşesinde huzur içinde yaşıyorsak, rahatça işimize gidiyor, evlerimize korkusuzca dönüyorsak, ay yıldızlı bayrağımızı göklerde dalgalandırıyorsak hiçbirimizin tanımadığı yüzünü bile görmediği isimsiz kahramanlar sayesindedir.

Bu vatan uğruna canlarını feda eden tüm şehitlerimizi minnetle anıyoruz.

Ruhları şad olsun…



4. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Belirli bir bölgedeki canlı ve cansız etmenlerin tümüne ……………………………….. denir.

2. Aynı türe ait bireyler arasında gözlemlenen karakteristik farklılıklara .... adı verilir.

3. Tür içindeki varyasyonlara .... , ... ve .... gibi olaylar sebep olabilir.

4. Bir canlının belirli bir çevrede hayatta kalma, üreyebilme şansını artıran kalıtsal özelliklerine …………………………………………. denir.

5. İnsanlar tarafından seçilen canlıların bazı özelliklerinin nesiller boyu aktarılmasının sağlanmasına ………………………………………………… adı verilmektedir.

6. İstenmeyen, yabancı veya rakip bitkilerin çoğalmasını kontrol altında tutan kimyasal ilaçlara ……………………………………. denir.

B) Aşağıdaki etkinlikte A bölümünde verilen ifadelerle B bölümünde verilen ifadeleri uygun bir biçimde eşleştirerek doğru harfi parantez içindeki boşluğa yazınız.

7.

A	B
1. Yabani bitkilerin ıslah edilme yöntemi ile yeni bitkiler elde edlimesi örneğin yabani hardaldan karnabahar üretilmesidir. (......)	a Pestisitler
2. Sadece bakterileri yok etmek amacıyla kullanılan ilaçlardır. (......)	b Mutasyon
3. Tarım alanlarında tüm zararlı canlılara karşı kullanılan ilaç gruplarıdır. (......)	c Çevre
4. Radyasyon, ultraviyole ışınlar, bazı kimyasal maddelerin canlının gametlerindeki bir genin yapısını bozmasıyla ortaya çıkabilen durumdur. (......)	ç Antibiyotik
5. Canlıların yaşam süreleri içinde etkinliklerini sürdürdükleri canlı ve cansız bileşenlerden oluşan faktörlerin tümüdür. (......)	d Yapay seçilim
	e İnsektisit

C) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

8. Bazı varyasyonların kalıtsal olmaması nasıl açıklanır?

9. Biyolojik ıslah çalışmalarının önemini açıklayınız.

10. Son zamanlarda antibiyotik kullanımını azaltmak amacıyla sosyal medya üzerinden Sağlık Bakanlığının bilgilendirme çalışmaları, reçetesiz antibiyotik satışının yasak olması, hekimlerin gerekli olmadıkça antibiyotik ilaçları yazmamaları dikkatinizi çekmiştir. Bu durumun sebepleri nelerdir?

11. Doğal seçilim ile yapay seçilimin farkları nelerdir?

Aşağıdaki 12 - 15. soruları verilen metne göre cevaplandırınız.

Böceklerde pestisit direnci ilk olarak 1947 yılında karasineklere uygulanan DDT'ye karşı bulunmuştur. Pestisitlere karşı direnç gelişimi sonucunda zararlılarla mücadelede başarısızlık görülmesi nedeniyle aşırı dozda ve sık ilaçlama yapılmakta bu da ürün maliyetini artırmaktadır. Böceklerde salgılanan bazı enzimler; büyüme, gelişme ve beslenmeyi sağlarken pestisitin zararlı etkisini de azaltır ve böylece bu enzimler sayesinde pestisite karşı direnç gelişir. Direnç gelişiminin hızı; zararlı canlının üreme hızına, göç durumuna, pestisit uygulama dozu gibi durumlara bağlıdır. Tarımsal üretimde yanlış uygulamalar sonucu doğal seçilimle oluşan pestisit direncini farklı verileri kullanarak da ispatlamak mümkündür. Örneğin İngiltere'de endüstriyel devrimle doğal seleksiyon sonucu doğada yalnızca koyu renkli güvelerin kalması durumu ortaya çıkmıştır. Bir süre sonra da doğadaki popülasyonun tamamen koyu renkli formlardan oluştuğu belirlenmiştir. Yine aynı yıllarda bitkilerde görülen ağır metal toleransı da doğal seleksiyon sonucu oluşmuştur.

12. Böceklerde pestisitlere karşı oluşan direnç, pestisitin kullanılmasından önce mi sonra mı ortaya çıkmıştır?

13. Bir türde pestisit direncinin kısa zamanda oluşması, türe ait hangi özellikler sayesinde gerçekleşir?

14. Endüstriyel kirliliğin ortaya çıkması sonucu güvelerin doğal seçilim yoluyla hayatta kalmasını sağlayan faktörler nelerdir?

15. Doğal seçilimle ilgili olarak

I. İnsanlar tarafından gerçekleştirilir.
II. Türün sahip olduğu biyolojik çeşitliliği azaltır.
III. Adaptasyonu sağlar.
IV. Kültür canlılarının üretilmesinde kullanılan yöntemdir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

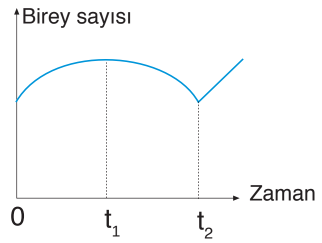
A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III D) I , II ve IV E)) I, II, III ve IV

Ç) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi kalıtsal olmayan varyasyonlara örnek verilemez?

A) Tavşanlarda kürk rengi karakterini kontrol eden dört farklı alelin bulunması
B) Bitkilerin ışıklı ortamda klorofil oluşturması, ışıksız ortamda klorofil oluşturmaması
C) Sirke sineklerinin 16 ^{0}C'de gelişirse düz kanatlı, 26 ^{0}C'de gelişirse kıvrık kanatlı olması
D) Karahindiba bitkisinin ovada yetişeninin uzun boylu, dağda yetişeninin kısa boylu olması
E) Spor yapan kişinin kaslarının gelişmesi

17. Bir besi ortamında normal olarak gelişimini sürdüren bakterilerin bulunduğu ortama t_1 anında antibiyotik ilave edilmiş ve bakterilerin bu işlemden sonraki sayısal değişimi grafikteki gibi gerçekleşmiştir.



Buna göre aşağıda verilen
I. Bakteriler, 0 - t_1 zaman aralığında bölünerek çoğalmıştır.
II. Bakteriler, t_1 - t_2 zaman aralığında eşeyli üreme yapmıştır.
III. Bakterilerdeki bazı bireyler, t_2 anından sonra direnç kazanmıştır.
yargılarından hangileri söylenebilir?

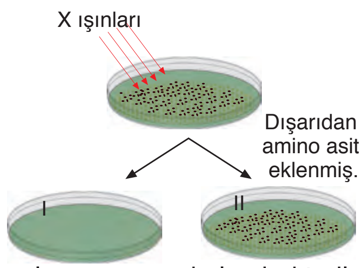
A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

18.
I. Göz bebeğinin karanlık ortamda büyümesi, ışıklı ortamda küçülmesi
II. Bukalemunun bulunduğu ortama göre renk değiştirmesi
III. Rüzgârla tozlaşan bitkilerde polenlerin çok sayıda üretilmesi
IV. Çuha çiçeğinde sıcaklık değişimlerine bağlı olarak çiçek renginin değişmesi
V. Kurak bölge bitkilerinin köklerinin yüzeye yakın olması

Yukarıda verilenlerden hangileri adaptasyona örnektir?

A) I ve II B) I, II ve III C) I, III ve V
D) II, III ve IV E) I, II, III, IV ve V

19. Basit kültür ortamında üreyebilen bir bakteri türüne X ışınları verilmiş, sonra bu kültür ortamından alınan bakterilerin şekilde verildiği gibi I. ortamda üreyemediği ancak II. ortamda ürediği gözlenmiştir.
Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?



A) X ışınlarına maruz kalan bakteriler, üreme yeteneklerini kaybetmiştir.
B) Bu bakteriler beslenme şekli bakımından tüketicidir.
C) Bu bakteriler, mineral gereksinimlerini ortamdaki tuzlardan karşılar.
D) X ışınları, protein sentezi için gerekli genleri etkilememiştir.
E) X ışınlarının etkisiyle bazı amino asitlerin sentezinden sorumlu genler mutasyona uğramıştır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları veya faaliyetleri geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

CEVAP ANAHTARI

1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

A) 1. halkasal, **2.** urasil nükleotit, **3.** fosfodiester, **4.** replikasyon, **5.** nükleotit, **6.** PCR, **7.** transkripsiyon, **8.** klasik biyoteknoloji, **9.** tek hücre proteini, **10.** rekombinant DNA, **11.** plazmit, **12.** kök hücre, **13.** gen terapisi, **14.** Genom Projesi, **15.** DNA parmak izi, **16.** biyoetik

B) 17. 1i, 2c, 3d, 4ç, 5h, 6b, 7j, 8e, 9f, 10g, 11ğ, 12ı,

C) 18. Genetiği değiştirilmiş organizmalar, insan vücuduna yabancı proteinler içerdiğinden alerji, kanser gibi hastalıklara neden olabileceği gibi biyolojikçeşitlilik azalabilir, üretilebilecek biyolojik silahlar kötü amaçlı kullanılabilir. **19.** İşlev ve yapıca bozuk genlerin onarılması ya da sağlıklı genlerle değiştirilmesi çalışmalarına gen terapisi denir. Böylece zigottaki problemlere sebep olabilecek genler ayıklanabilir ve genetik açıdan sağlıklı bireylerin dünyaya gelmesi sağlanabilir. **20.** a) 99 b) 20 c) 99 **21.** 1. transkripsiyon, 2. mRNA, 3. tRNA amino asit kompleksi, 4. translasyon, 5. polipeptit

22. Desteklemez. Çünkü dönüşüme sebep olan madde protein değil DNA'dır. **23.** B

24. ADA, pürin bazlarının yıkımı ile ilgili bir enzimdir. Adenozinin amin grubunu koparарak inozine dönüşmesini sağlar. **25.** SCID hastalığının tedavisinde insana ait ADA sentezinden sorumlu geni taşımak **26.** T lenfositler **27.** B

Ç) 28. A, **29.** C, **30.** D, **31.** B, **32.** E, **33.** B, **34.** E, **35.** D, **36.** B, **37.** A, **38.** D, **39.** A, **40.** A, **41.** E, **42.** E, **43.** E, **44.** D, **45.** C, **46.** E, **47.** D, **48.** D, **49.** E, **50.** B, **51.** D, **52.** D, **53.** C, **54.** C, **55.** E

2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

A) 1. riboz, **2.** fosforilasyon, defosforilasyon, **3.** CO_2 **4.** sitoplazma, mitokondride **5.** glikoliz, **6.** ETS, **7.** fotoliz, **8.** NADPH, ATP **9.** H_2O **10.** ışıktan bağımsız, **11.** NAD^+, $NADP^+$, **12.** inorganik maddelerin **13.** prokaryot

B) 14. 1ç, 2a, 3c, 4b

C) 15. Işığa bağımlı reaksiyonlarda su tüketilir, oksijen üretilir. Bu reaksiyonlarda ışık ve klorofile ihtiyaç duyulur. NADPH ve ATP sentezlenir. Işıktan bağımsız evrede ise CO_2 ve ATP ile NADPH'ın hidrojenleri tüketilerek glikoz sentezlenir. **16.** Glikoliz tüm canlılarda aynı çeşit enzimlerle yürütüldüğü için aynı şekilde gerçekleşir. **17.** Oksijensiz solunumda fermantasyondan farklı olarak ETS görev alır. **18.** Çünkü kemosentez sürecinde oluşan nitrit ve nitrat tuzları, ilk önce bitkiler tarafından alınıp organik madde sentezinde kullanılır. **19.** İnorganik maddeleri başka inorganik maddelere dönüştürerek madde döngüsüne katkı sağlar(NH_3'ün nitrit ve nitrata dönüşmesi) **20.** Glikozun CO_2 ve H_2O'ya kadar parçalanması **21.** Son ürünler evresinde kullanılan enzimlerin farklı olması **22.** Fotosentez solunumdan daha hızlı gerçekleşir. Bu yüzden bitkiler gündüz atmosfere CO_2 vermezler. **23.** Substrat düzeyinde fosforilasyon, sitoplazma ve mitokondride; oksidatif fosforilasyon, mitokondride gerçekleşir. **24.** Pirüvik asit birikimini engellemek ve indirgenmiş NADH'ları tekrar yükseltgemek için son ürünler evresi gerçekleşir.

25. Evet, çünkü sütteki şekerler etil alkol ve CO_2' ye kadar parçalanmıştır. **26.**Substrat düzeyde fosforilasyonla ATP sentezler. **27.** C

28. Hayır, sitoplazmada da glikoliz ile ATP üretilir. **29.** Evet çünkü düzenli egzersiz mitokondri sayısını artırır. **30.** Kötü beslenme, ağır metallerin vücuda alınması, alkol ve sigara kullanımı **31.** Kronik yorgunluk, bağışıklık sisteminde zayıflama ve yaşlanma **32.** B

33. *Fagus grandifolia* **34.** *Pinus sylvestris* **35.** E

Ç) 36. C, **37.** B, **38.** E, **39.** A, **40.** A, **41.** D, **42.** E, **43.** E, **44.** E, **45.** C, **46.** D

3. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

A) 1. meristem, **2.** birincil meristem, **3.** parenkima, **4.** lentisel, **5.** parenkima, **6.** kollenkima, **7.** sklerenkima, **8.** trake, trakeit **9.** Floemde, **10.** kütikula, **11.** stoma, lentisel ve hidatot **12.** alt

B) 13. 1a, 2c, 3c, 4a, 5b, 6a,7a, 8c, **14.** a8, b6, c1, ç5, d3, e7, f2, g4

C) 15. 1. parenkima, 2. kollenkima, 3. sklerenkima, 4. trake, trakeit, 5. kalburlu borular **16.** Tohumun oluşumundan çimlenmesine kadar geçen süreye dormansi adı verilir. Dormansi periyodu, tohumun en uygun zamanda çimlenmesini sağlar. **17.** Yaş halkası geniş ise, o yılki iklim koşulları bitki gelişimi için uygundur. Yaş halkası dar ise o yılki iklim koşulları olumsuzdur. **18.** Ilıman kuşakta yaşayan çiçekli bitkiler. **19.** Yazları kök hücresi havuz, yaprak hücresi kaynaktır. Yaprak döken ağaçlarda sonbahar ve kış aylarında kaynak kök, havuz dallardır. **20.** Kaynaktan, kalburlu boruya geçen şekerler, ksilemden su çekilmesine yol açar. Oluşan su basıncı şekerlerin kaynaktan havuza doğru taşınmasını sağlar. Şekerler daha sonra havuz hücreye geçer ve kalburlu borulardaki su, tekrar ksileme döner. **21.** Diğer faktörler uygun düzeyde olsa bile bitkinin yaşam ve fonksiyonları üzerinde etkili olan en az düzeydeki faktör bitkinin büyümesini sınırlandırır. **22.** Kalburlu borular canlıdır. Çift yönlü ve yavaş taşıma yapar. Trake ve trakeitler cansızdır. Tek yönlü ve hızlı taşıma yapar. **23.** Sperm hücrelerinden biri yumurta ile birleşerek zigotu oluştururken diğer sperm hücresi polar çekirdeklerle birleşerek endospermi oluşturur.

24. Su ve minerallerin ksilemde kökten yapraklara doğru dikey taşındığı ve floeme doğru yanal taşındığını göstermek amacıyla yapılmıştır. **25.** Ksilemden floeme minerallerin yanal taşınmasını engellemek **26.** A

27. Sperm hücreleri polen tüpünde ilerlerken genetik yapısı iyi olanlar yumurtaya doğru gider, diğerleri elenir. **28.** Su, rüzgâr, hayvanlar ve insanlar. **29.** E

Ç) 30. A, **31.** D, **32.** A, **33.** E, **34.** E, **35.** C, **36.** D, **37.** A, **38.** E, **39.** C, **40.** C, **41.** D, **42.** D, **43.** B, **44.** C, **45.** E, **46.** A, **47.** E, **48.** E

4. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

A) 1. ekosistem**, 2.** varyasyon, **3.** mayoz, döllenme ve mutasyon, **4.** adaptasyon, **5.** yapay seçilim, **6.** herbisit

B) 7. 1d, 2ç, 3a, 4b, 5c

C) 8. Eşeysiz üreme, vücut hücrelerinde meydana gelen mutasyon **9.** İstenilen özelliklere sahip ve verimi yüksek canlı elde etmek **10.** Bakterilerin antibiyotiklere karşı direnç kazanmaları sonucu hastalıkların tedavi edilememesi **11.** Doğal seçilimde değişen çevre şartları sonucu canlılar elenirken yapay seçilimde insanlar tarafından canlılar seçilerek elenir.

12. Pestisit kullanılmadan var olan enzimler sayesinde pestisit kullanılınca direnç gelişir. **13.** Canlının üreme hızına, göç durumuna bağlı olarak değişir. **14.** Mutasyon, mayoz ve döllenme sonucu oluşan koyu renk güvelerin değişen çevreye uyum sağlaması ile sayılarının artması. **15.** B

Ç) 16. A, **17.** B, **18.** B, **19.** A

SÖZLÜK

A

absisik asit : Bitkilerde büyümeyi baskılayan hormon çeşidi.
absorpsiyon : Su, ışık ve diğer moleküllerin emilimi.
adaptasyon : Belirli çevre koşullarında canlının yaşama, üreme şansını artıran ve çevreye uyumunu sağlayan kalıtsal özellikler.
adenin : DNA, RNA, ATP, NAD ve FAD gibi bileşiklerde bulunan bir çeşit azotlu organik baz.
adenozin trifosfat (ATP) : Canlıların doğrudan kullandığı hücresel enerji molekülü, biyolojik enerji. Adenin, riboz ve üç tane fosfat grubu bulunduran, enerji depolayan bileşik.
adhezyon : Farklı molekülleri bir arada tutan çekim veya kuvvet.
aktif taşıma : Konsantrasyon farkına karşı maddelerin metabolik enerji kullanarak zardan taşınması.
algler : Tek ya da çok hücreli türleri olan ve fotosentez yapabilen protistalar
amino asit : Proteinlerin yapı taşıdır. Yapısında amino ve karboksil grubu bulunduran organik molekül.
anaç : Aşılamada ana bitkiye verilen isim.
antikodon : mRNA üzerindeki kodonun tRNA'daki tamamlayıcısı olan üçlü nükleotit grubu.

B

biyoteknoloji : İnsanlara faydalı olan materyali üretmek için hücrelerin ya da canlı organizmaların kullanılması.

C -Ç

çenek : Tohumun yapısındaki bitki taslağında bulunan yapraklardan her biri.
çift çenekli bitki (dikotiledon) : Embriyolarında iki çenek yaprak (kotiledon) bulunan bitkiler.

D

deoksiribonükleik asit (DNA) : Canlılardaki yönetici molekül. Genetik bilgileri içeren ve hücre çekirdeğinde yer alan ikili sarmal molekül.
deoksiriboz : DNA'nın yapısında bulunan beş karbonlu şeker.
difüzyon : Moleküllerin ya da iyonların yüksek konsantrasyonlu bir alandan düşük konsantrasyonlu alana geçişleri.
disakkarit : İki monosakkarit biriminin birleşmesi ile oluşmuş bir karbonhidrat.
doku : Bitki ve hayvan organlarını meydana getiren, aynı görevi yapmak üzere bir arada bulunan, benzer hücre topluluklarının hücreler arası maddeyle beraber oluşturdukları yapı.
döllenme : Yumurta ve spermin birleşmesi.

E

ekoloji : Çevre bilimi
ekosistem : Bir alandaki canlı birliklerin ve cansız varlıkların hepsinin oluşturduğu sistem.
elektroforez : Moleküllerin elektrik yüklerine göre ayrılması tekniği.
embriyo : Yumurtadan meydana gelen, yumurta zarı, yumurta kabuğu ile korunan ya da vücudun içinde bulunan ve gelişmenin erken evrelerinde olan genç organizma.
endemik : Bir bölgeye özgü, yerli olan.
endosperm : 3n kromozomlu besi doku.
eşeyli üreme : Farklı iki eşey hücresinin birleşmesi ve zigot oluşumuyla başlayan üreme biçimi.
eşeysiz üreme : Eşey hücreleri meydana getirmeksizin bölünme; tomurcuklanma, sporla, somatik bölünmeyle ya da vejetatif üreme yoluyla kendine benzer bireyler meydana getirme.

F

fenotip : Bir organizmanın genetik yapısına bağlı olarak dış faktörlerin de etkisiyle ortaya çıkan görünüşü.
fermantasyon : Bazı mikroorganizmaların ürettiği enzimlerin etkisiyle organik maddelerin enerji elde etmek amacıyla laktik asit ve etil alkole kadar parçalanması, mayalanma.
fitoplankton : Sularda pasif olarak hareket eden bitkisel özellik gösteren organizmalar.
fosforilasyon : Bir moleküle fosfat grubu eklenmesi.
fosil yakıtlar : Aralarında petrol, doğal gaz, kömür ve turbanın yer aldığı jeolojik çağlar boyunca oksijensiz tortular içerisine gömülmüş olan organik maddelerden oluşmuş yakıtlar.
fotoototrof : Işık enerjisi kullanarak organik bileşik üretebilen organizma.

G

gamet : Erkeğe ve dişiye ait üreme hücrelerinden her biri. Yumurta ya da sperm.
gen : Kromozom üzerinde belirli bir yer işgal eden kalıtımın temel birimi.
genetik : Kalıtım bilimi.
gen havuzu : Bir popülasyondaki genlerin hepsi.
genotip : Bir organizmanın çevre faktörleri ile fenotipini tayin eden genetik yapısı.
gutasyon : Damlama

H

haploit : Tek bir kromozom takımı kapsayan hücre ya da organizma.
heterotrof : Karbon ve azot kaynağı olarak organik maddeleri kullanabilen herhangi bir organizma.
homolog kromozom : Her biri ana babadan gelen ve çiftler hâlinde bulunan, morfolojik olarak birbirine benzeyen ve eşey kromozomları hariç aynı gen lokuslarına sahip kromozomlar.
hormon : Çok hücreli organizmalarda bir yerde çok az miktarlarda üretilen ve etki ettiği hedef hücrelerin bulunduğu başka bir yere taşınan bir kimyasal sinyal.

I-İ

iklim : Bir bölgedeki uzun süreli ortalama atmosferik koşullar.
irin : Canlı vücudunun herhangi bir yerinde iltihaplanma sonucu bozulmuş ve ölmüş akyuvar ve hücre atıklarından oluşmuş sarımtırak sıvı.

K

kallus : Organize olmamış, farklılaşmamış bitki hücrelerinin çoğalmış kütlesi.
karnivor : Etçil
klon : Bir hücreden çoğaltılan hücreler topluluğu.
kodon : Protein sentezi için gerekli bilgiyi taşıyan mRNA'da bir amino asidi temsil eden peş peşe üç nükleotitten oluşan grup.
kohezyon : Bir maddenin moleküllerini bir arada tutan çekim kuvveti.
komünite : Belirli bir alanda yaşayan farklı popülasyonların tümü.
kromatin : İntefaz halindeki ökaryot hücrelerin çekirdeklerinde bulunan nükleoprotein yumakları.
kromatit : Hücre bölünmesinin profaz ve metafaz safhasında ortaya çıkan ve kromozomu teşkil eden DNA maddesinin kendini eşlemesi sonucu oluşan, sentromer ile bağlı iki iplikten her biri.
kromozom : Hücre bölünmesi sırasında DNA'nın kısalıp kalınlaşarak belirgin hâle gelmesiyle oluşan yapı.
krossing over : Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında genlerin karşılıklı olarak değiştirilmesi.

L

lokus : Belli bir gen ya da bu genin alellerinden birinin kromozom üzerinde bulunduğu düşünülen yer.

M

mayoz : Eşey organlarında eşey hücrelerinin oluşması sırasında diploit veya somatik kromozom sayısının yarıya indiği ve dört haploit hücrenin oluştuğu hücre bölünmesi tipi. Redüksiyon bölünmesi, indirgeme bölünmesi.
mikropil : Ovaryumun tepesinde, polen tüpününde ilerleyen spermlerin içeri girdiği küçük delik ya da kanal.
mutasyon : Genomik DNA dizilerinde kendiliğinden ya da ışın, kimyasal maddeler gibi etkenler sebebiyle meydana gelen herhangi bir değişiklik.

N

nükleotit : DNA ya da RNA'nın tekrarlanan birimleri; riboz ya da deoksiriboz şekerine bağlı bir pürin ya da pirimidin bazından oluşan nükleozitin fosfor esteri.

O-Ö

ozmoz : Yarı geçirici zarlardan suyun veya bir çözeltinin az yoğun çözeltiden çok yoğun tarafa geçmesi.
ototrof : Öz beslenen. Kendi besinini bağımsız olarak üretebilen.
ovaryum : Yumurtalık.
ökaryot hücre : Zarla çevrili gerçek çekirdeği ve organelleri bulunan hücre çeşidi.
özümleme : Organizmanın dışarıdan aldığı organik ya da inorganik maddeleri kendine özgü bileşiklere dönüştürmesi.

P

pigment : Bitki ve hayvanlarda renk maddesi.
plankton : Denizlerde ve tatlısularda suyun hareketi ile pasif olarak sürüklenen küçük organizmalar.
plazmit : Bakteri ve bira mayasında kromozom dışında bulunan, dölden döle tipik sayısını muhafaza eden, antibiyotik dirençliliği genlerini bulunduran, kendini eşleme yeteneğinde olan, genetik mühendisliği çalışmalarında diğer canlılara gen aktarımında vektör olarak kullanılan, çift iplikli, halkasal DNA.
popülasyon : Kantitatif karakterler gibi bazı değişkenlerin ölçülmesi için örneklerin alındığı çok sayıda bireylerden oluşan grup; belli bir bölgede yaşayan bir türün bireyleri.
prokaryot hücre : Zarla çevrili gerçek çekirdeği bulunmayan hücre.

R

rejenerasyon : Organizmada eksilen ya da bozulan yapıların onarılması
rekombinant DNA : Bir DNA parçasının halkasal vektöre bağlanması sonucu oluşan molekül.
rekombinasyon : İki veya daha fazla gen dizisinin kombinssyonu ile yeni DNA molekülleri oluşturuması.
replikasyon : Var olan DNA molekülünün kopyasını yapma.
restriksiyon enzimi : Bakterilerden elde edilen, doğal olarak oluşmuş, DNA baz sırasını belirli baz dizilimlerinin olduğu kendilerine özgül bölgelerden tanıyarak kesen enzimler.
ribozom : Hücrede protein sentezinin yapıldığı organel.

S

sperm : Erkek eşey hücresi.

T

transgenik canlı : Genetik mühendisliği metotlarıyla kendine ait olmayan genler (trans gen) nakledilmiş herhangi bir bitki ya da hayvan.
transkripsiyon : Baz çifti teşkili kuralına göre RNA polimeraz enzimi ile herhangi bir DNA ipliğinin peş peşe nükleotitlerini kopyalayarak tamamlayıcı RNA kopyası yapma olayı.
translasyon : Elçi RNA'da (mRNA) kodlanmış olan genetik bilginin çözülerek belli bir proteinin sentezlenmesi olayı.
tür : Taksonomik sınıflandırmanın temel birimi.

V

varyasyon : Aynı türün bireylerindeki aynı karakterin farklı şekilleri, değişiklik, çeşitlilik.

Z

zigot : Dişi ve erkek eşey hücrelerinin birleşmesiyle oluşan döllenmiş yumurta hücresi.

DİZİN

KAYNAKÇA

Afyon, A., Kaya, M. A.,Yağız, D.(2011).*Genel Biyoloji* (4. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
Akman, Y. (1998). *Bitki Biyolojisine Giriş Botanik* (8. Baskı). Ankara: Palme Yayıncılık.
Akman, Y., Güney, K. (2011). *Bitki Biyolojisi Botanik*. Ankara: Palme Yayıncılık.
Başaran, N. (1996). *Tıbbi Genetik* (6. Baskı). Eskişehir: Bilim Teknik Yayınevi.
Bernstein, R., Bernstein, S. (2000). *Biology* (3. Baskı). San Francisco: WmC. BrownYayınevi.
Bozcuk, S. (2004). *Genel Botanik* (5. Baskı). Ankara: Katipoğlu Basın Yayın.
Çepel, N. (2006). *Ekoloji Doğal Yaşam Dünyaları ve İnsan*. Ankara: Palme Yayıncılık.
Demirsoy, A. (2011). *Yaşamın Temel Kuralları* (Genel Biyoloji/Genel Zooloji 22. Baskı). Cilt 1/ Kısım 1, Ankara: Meteksan A.Ş.
Demirsoy, A. (2007). *Yaşamın Temel Kuralları* (Genel Biyoloji/Genel Zooloji 15. Baskı). Cilt 1/ Kısım 2, Ankara: Meteksan A.Ş.
Deniz, E. (1992). *Tıbbi Biyoloji* (4. Baskı). Ankara: Özkan Matbaacılık.
Doğan, A., Dökme, İ., Yılmaz, M., Timur, B., Mıhladız, G., Timur, S. (2013). *Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I-II* (2. Baskı). Ankara: Palme Yayıncılık.
Edelson, E. (2006). *Gregor Mendel, Genetiğin Temelleri* (5. Baskı). Ankara: TUBİTAK.
Hall, J. E. (2013). *Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji* (12. Baskı). (Çeviri Editörleri: Yeğen, B., Alican, İ., Solakoğlu, Z.). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.
Fried, H. G., Hademenos, G. J. (2015). *Biyoloji* (4. Baskı). (Çeviri Editörleri: Karataş, M., Gökhan, S.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
Karol, S., Ayvalı, C., Suludere, Z. (2000). *Hücre Biyolojisi*. Ankara: Öğün Matbaacılık.
Karol, S., Ayvalı, C., Suludere, Z. (2010). *Biyoloji Terimleri Sözlüğü* (5. Baskı). Ankara: TDK.
Kocataş, A. (2012). *Çevre Biyolojisi Ekoloji* (12. Baskı). Bursa: Dora Yayıncılık.
Kuru, M., Ergene, S. (2011). *Genetik* (3. Baskı). Ankara: Palme Yayıncılık.
Odum, E. P., Barret, G. W. (2008). *Ekolojinin Temel İlkeleri* (5. Baskı). (Çeviri Editörü: Işık, K.). Ankara: Palme Yayıncılık.
Reece, J. B., Uury, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., Jackson, R. B. (2013). *Campbell Biyoloji* (9. Baskı). (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Türkan, İ.). Ankara: Palme Yayıncılık.
Sadava, D., Hıllıs, D. M., Heller, C. H., Berenbaum, M. R. (2014). *Yaşam Biyoloji Bilimi* (9. Baskı). (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Türkan, İ.). Ankara: Palme Yayıncılık.
Şişli, M. N. (1999). *Çevre Bilimi Ekoloji* (2. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.
Taiz, L., Zeıger, E. (2008). *Bitki Fizyolojisi* (3. Baskı). (Çeviri Editörü: Türkan, İ.). Ankara: Palme Yayıncılık.
Topaktaş, M. (2014). *Genetik* (1. Baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
T.C. (2018). *MEB Ortaöğretim Biyoloji Dersi (9, 10, 11, 12. Sınıflar) Öğretim Programı*.
Türkçe Sözlük. (2012). Ankara: TDK Yayınları.
Yazım Kılavuzu. (2012). Ankara: TDK Yayınları.

GENEL AĞ ADRESLERİ

http://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2495/mod_resource/content/1/T%C4%B1bbi%20Biyoloji%20 7.%20hafta.pdf (08/08/2017)
http://home.anadolu.edu.tr/~hzeytino/Mol.Gel.Bio.3.pdf (08/08/2017)
http://www.marmaramedicaljournal.org/text.php3?id=486Sonu (07/11/2017)
http://tip.kocaeli.edu.tr/docs/tibbi_biyoloji/laboratuvarI.doc (22/11/2017)
http://www.erzurum.edu.tr/Content/Yuklemeler/Personel/ISMAIL__BEZIRGANOGLU/Bitki_Doku_Kulturu6869.pdf (04/01/2018)
http://kitaplar.ankara.edu.tr/
http://kutuphane.gumushane.edu.tr/media/uploads/kutuphane/files/ekmek_yapim_book.pdf (07/07/2017)
http://www.cevko.org.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=651&Itemid=229 (14/12/2017)
http://www.csb.gov.tr/gm/tabiat/index.php?Sayfa=projeliste (14/12/2017)
http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/biyocesitlilik-ve-koruma-biyolojisi (25/01/2018)
https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/csk/EK-14.pdf (12/01/2018)
www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/10/20051024-2.htm (117/12/2017)
www.nuhungemisi.gov.tr/.../Belgeler/7fe5e668-b232-4685-acd4-ca0afbde47ca.pdf (06/11/2017)
https://www.ankaratb.org.tr/.../128_Türkiye'de%20Endemik%20Bitki%20Türleri_23_0.. (02/08/2017)

KAREKOD UZANTILARI

Sayfa 40: http://www.eba.gov.tr/video/izle/7773b0c9da59616b040d7a5d6d94311dafe6a875c8001
Sayfa 88: http://www.eba.gov.tr/video/izle/43937d55226bcce2c4daa9c00e08ef002b62681ed6002
Sayfa 155: http://www.eba.gov.tr/video/izle/79495cd128053d04b414392ee5cbce71be1cd2d09c001
Sayfa 156: http://www.eba.gov.tr/video/izle/51275cd128053d04b414392ee5cbce71be1cd2d09c001

SHUTTERSTOCK.COM'DAN TELİFİ ÖDENEN GÖRSELLER

GÖRSEL NUMARASI	ID NUMARASI
GÖRSEL 1.1	98814044
GÖRSEL 1.17	372050701
GÖRSEL 1.18	115544725
GÖRSEL 1.26	516285283
GÖRSEL 1.28 a	383406346
GÖRSEL 1.30 a	563324620
GÖRSEL 1.30 b	659768896
GÖRSEL 1.30 c	699117091
GÖRSEL 1.31 a	215300176
GÖRSEL 1.31 b	165452462
GÖRSEL 1.31 c	518328943
GÖRSEL 1.31 ç	184129811
GÖRSEL 1.32 a	113017516
GÖRSEL 1.32 b	431091877
GÖRSEL 1.33	320972459
GÖRSEL 1.34	767537002
GÖRSEL 1.35	732270664
GÖRSEL 1.36	6198181
GÖRSEL 1.37	439850656
GÖRSEL 1.40 b	604043771
GÖRSEL 1.42 b	1019891980
GÖRSEL 1.43 a	601142399
GÖRSEL 1.43 b	238227055
GÖRSEL 1.44	267174020
GÖRSEL 1.45	155727377
GÖRSEL1.46	166957085
GÖRSEL 1.47	93797984
GÖRSEL1.49 a	72836593
GÖRSEL 1.49 b	48618076
GÖRSEL1.50	117229525
GÖRSEL 1.51	345463406
GÖRSEL 1.52	1026763270
GÖRSEL 1.53	1012637188
GÖRSEL 2.1	605497829
GÖRSEL 2.4	393414121
GÖRSEL 2.5	131953784
GÖRSEL 2.6	286653077
GÖRSEL 2.7	572144122
GÖRSEL 2.9	290826602
GÖRSEL 2.14	734558944
GÖRSEL 2.15	712094986

GÖRSEL NUMARASI	ID NUMARASI
GÖRSEL 2.16	758252665
GÖRSEL 2.17	456472102
GÖRSEL 2.25	119465530
GÖRSEL 2.27	277344065
GÖRSEL 3.1	698784841
GÖRSEL 3.5	655641748
GÖRSEL 3.6	463648874
GÖRSEL 3.7	564115690
GÖRSEL 3.10	258473576
GÖRSEL 3.16	564115690
GÖRSEL 3.17	138484574
GÖRSEL 3.18	633626915
GÖRSEL 3.20	512297404
GÖRSEL 3.21	636030791
GÖRSEL 3.23 a	655641748
GÖRSEL3.24	158056199
GÖRSEL 3.25	159297596
GÖRSEL 3.27 a	544827526
GÖRSEL 3.27 b	196515020
GÖRSEL 3.30 a	521276650
GÖRSEL 3.30 b	521276650
GÖRSEL 3.31	658148143
GÖRSEL 3.32	650620210
GÖRSEL 3.33	27677950
GÖRSEL 3.36	334921961
GÖRSEL 3.37 a	432975646
GÖRSEL 3.37 b	708737752
GÖRSEL 3.39 a	69507523
GÖRSEL 3.39 b	207159193
GÖRSEL 3.40 a	720614368
GÖRSEL 3.40 b	785060842
GÖRSEL 3.42	307711646
GÖRSEL 3.43	1060982021
GÖRSEL 3.49	647335750
GÖRSEL 3.53	598039916
GÖRSEL 3.54 a	787919545
GÖRSEL 3.54 b	653175301
GÖRSEL 3.55	754266217
GÖRSEL 3.56	712690174
GÖRSEL 3.57	677906719
GÖRSEL 3.58	732496615

GÖRSEL NUMARASI	ID NUMARASI
GÖRSEL 3.60	448948729
GÖRSEL 3.61	382625335
GÖRSEL 3.64	642061717
GÖRSEL 3.65	345198950
GÖRSEL 3.66	411951568
GÖRSEL 3.67	411951568
GÖRSEL 3.69	286236866
GÖRSEL 3.73	673536034
GÖRSEL 3.74	781517362
GÖRSEL 3.75	644190124
GÖRSEL 3.76	13795219
GÖRSEL 3.77	647656615
GÖRSEL 3.78	131935241
GÖRSEL 3.79	431841835
GÖRSEL 3.80	378423466
GÖRSEL 3.84 a	704779711
GÖRSEL 3.84 b	598744853
GÖRSEL 3.84 c	116269255
GÖRSEL 3.85	33898948
GÖRSEL 3.86	33898948
GÖRSEL 3.89 a	521276638
GÖRSEL 3.89 b	521276638
GÖRSEL 3.90 a	450785416
GÖRSEL 3.90 b	593782448
GÖRSEL 3.91 a	150412568
GÖRSEL 3.91 b	356438384
GÖRSEL 3.92	391203079
GÖRSEL 3.93 a	716384965
GÖRSEL 3.93 b	716384965
GÖRSEL 3.94	60906178
GÖRSEL 3.95	35091601
GÖRSEL 3.96 a	764963689
GÖRSEL 3.96 b	543085543
GÖRSEL 3.93	145953869
GÖRSEL 3.98 b	188824892
GÖRSEL 4.1	625696829
GÖRSEL 4.2	638460547
GÖRSEL 4.3	505846180
GÖRSEL 4.13	395675587
GÖRSEL 4.15 a	207046564
GÖRSEL 4.15 b	378322951

GÖRSEL NUMARASI	ID NUMARASI
GÖRSEL 4.16 a	767438059
GÖRSEL 4.16 b	767438059
GÖRSEL 4.17 a	194993990
GÖRSEL 4.17 b	678542911
GÖRSEL 4.18 a	488804473
GÖRSEL 4.18 b	150316943
GÖRSEL 4.19 a	707550817
GÖRSEL 4.19 b	756137548
GÖRSEL 1.2	134698571

DREAMSTİME'DAN TELİFİ ÖDENEN GÖRSELLER

GÖRSEL NUMARASI	ID NUMARASI
GÖRSEL 1.28 b	13381245
GÖRSEL 1.29	47248516
GÖRSEL 1.40 a	37887662
GÖRSEL 1.40 c	60343215
GÖRSEL 1.40 ç	528449765
GÖRSEL 1.42 a	99994089
GÖRSEL 1.47	93797984
GÖRSEL 1.48	91741415
GÖRSEL 3.19	56591405
GÖRSEL 3.23 b	17115123
GÖRSEL 3.34	44498202
GÖRSEL 3.35	29851625
GÖRSEL 3.98 a	15295402

KİTAP KAPAĞI, ÜNİTE KAPAĞI, BÖLÜM KAPAĞI, DENEY, OKUMA PARÇASI, ETKİNLİK VE SORU BÖLÜMLERİNDE YER ALAN GÖRSELLER

GÖRSEL NUMARASI	ID NUMARASI
KİTAP KAPAK GÖRSELİ	671206474 (Shutterstock)
KİTAP KAPAK GÖRSELİ	2433450373 (Shuttertock)
KİTAP KAPAK GÖRSELİ	176043287 (Shuttertock)
KİTAP KAPAK GÖRSELİ	410186404 (Shuttertock)
1. ÜNİTE KAPAK GÖRSELİ	671206474 (Shutterstock)
1. BÖLÜM KAPAĞI	88421332 (Dreamstime)
SAYFA 36 OKUMA PARÇASI	429294940 (Shutterstock)
2. ÜNİTE KAPAĞI	2433450373 (Shuttertock)
1. BÖLÜM KAPAĞI	257446900 (Shuttertock)
2. BÖLÜM KAPAĞI	75174634 (Shuttertock)
SAYFA 97 ETKİNLİK	222831454 (Shuttertock)
SAYFA 98 ETKİNLİK	222831454 (Shuttertock)
3. BÖLÜM KAPAĞI	222571201 (Shuttertock)
4. BÖLÜM KAPAĞI	242761588 (Shuttertock)
SAYFA 113 ETKİNLİK	490904953 (Shuttertock)
SAYFA 117 ETKİNLİK	639093655 (Shuttertock)
SAYFA 124 SORU 25	552783901 (Shuttertock)
SAYFA 128 SORU 45	753253606 (Shuttertock)
3. ÜNİTE KAPAĞI	410186404 (Shuttertock)
1. BÖLÜM KAPAĞI	598749548 (Shuttertock)
SAYFA 150 ETKİNLİK	522519259 (Shuttertock)
2. BÖLÜM KAPAĞI	754439959 (Shuttertock)
3. BÖLÜM KAPAĞI	631979033 (Shuttertock)
SAYFA 185 OKUMA PARÇASI	601301666 (Shuttertock)
SAYFA 185 OKUMA PARÇASI	304118480 (Shuttertock)
SAYFA 185 OKUMA PARÇASI	282092504 (Shuttertock)
SAYFA 187 SORU 14	616185254 (Shuttertock)
SAYFA 190 SORU 27	111748559 (Shuttertock)
4. ÜNİTE KAPAĞI	176043287 (Shuttertock)
1. BÖLÜM KAPAĞI	499833142 (Shuttertock)
SAYFA 204 ETKİNLİK a	44893834 (Shuttertock)
SAYFA 204 ETKİNLİK b	721153663 (Shuttertock)
SAYFA 204 ETKİNLİK c	406571041 (Shuttertock)
SAYFA 205 OKUMA PARÇASI	753228859 (Shuttertock)
SAYFA 208 OKUMA PARÇASI	271094828 (Shuttertock)

ALAN UZMANI FEVZİ KURT TARAFINDAN DÜZENLENEN GÖRSELLER

GÖRSEL NUMARASI	**GÖRSEL** NUMARASI	**GÖRSEL** NUMARASI
GÖRSEL 1.7	GÖRSEL 2.23	GÖRSEL 2.18
GÖRSEL 1.8	SAYFA 110 GRAFİK 2.3	GÖRSEL 2.19
GÖRSEL 1.9	GÖRSEL 2.24	GÖRSEL 2.20
GÖRSEL1.10	SAYFA 120 ETKİNLİK	GÖRSEL 2.21
GÖRSEL1.11	GÖRSEL 2.28	GÖRSEL 2.22
GÖRSEL1.12	SAYFA 128 SORU 44	SAYFA 193 SORU 44
GÖRSEL 1.13	SAYFA 128 SORU 46	SAYFA 193 SORU 45
GÖRSEL 1.14	GÖRSEL 3.2	SAYFA 194 SORU 47
GÖRSEL 1.15	GÖRSEL 3.3	GÖRSEL 4.14
GÖRSEL 1.19	GÖRSEL 3.4	SAYFA 211 SORU 17
GÖRSEL 1.20	GÖRSEL 3.11	SAYFA 211 SORU 19
GÖRSEL 1.21	GÖRSEL 3.12	
GÖRSEL 1.22	GÖRSEL 3.13	
GÖRSEL 1.23	GÖRSEL 3.14	
TABLO 1.1	GÖRSEL 3.22	
GÖRSEL 1.24	GÖRSEL 3.26	
GÖRSEL 1.25	GÖRSEL 3.28	
GÖRSEL 1.27	GÖRSEL 3.29	
GÖRSEL 1.38	GÖRSEL 3.38	
GÖRSEL 1.39	GÖRSEL 3.44	
GÖRSEL 1.41	GÖRSEL3.45	
SAYFA 69 21. SORU	GÖRSEL 3.46	
SAYFA 70 SORU 22 - 23	GÖRSEL 3.47	
SAYFA 71 SORU 24	GÖRSEL 3.48	
SAYFA 75 SORU 48	GÖRSEL 3.50	
SAYFA 75 SORU 50	GÖRSEL 3.51	
SAYFA 76 SORU 52	GÖRSEL 3.52	
SAYFA 76 SORU 54	GÖRSEL 3.59	
GÖRSEL 2.2	GÖRSEL 3.62	
GÖRSEL 2.3	GÖRSEL 3.63	
GÖRSEL 2.8	GÖRSEL 3.68	
GÖRSEL 2.10	GÖRSEL 3.70	
GÖRSEL 2.11	GÖRSEL 3.71	
GÖRSEL 2.12	GÖRSEL 3.72	
GÖRSEL 2.13	GÖRSEL 3.81	
SAYFA 96 GRAFİK 2.1 a	GÖRSEL 3.87	
SAYFA 96 GRAFİK 2.1 b	GÖRSEL 3.88	
SAYFA 96 GRAFİK 2.1 c	GÖRSEL 3.99	
SAYFA 96 GRAFİK 2.1 ç	SAYFA 189 SORU 24	
SAYFA 99 GRAFİK 2.2	SAYFA 193 SORU 43	

MEHTAP KEÇELİ
GÖRSEL 2.26
GÖRSEL 3.41
GÖRSEL 3. 98 c
FİLİZ ÇUKUROVA
GÖRSEL 3.8
GÖRSEL 3.9
SAYFA 149 ETKİNLİK
SAYFA 149 ETKİNLİK
ASLI DAL
GÖRSEL 1.3
GÖRSEL 1.4
GÖRSEL 1.5
GÖRSEL 1.6
ETKİNLİK: Soru